



ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ



БУХОРО ОЗИК-ОВКАТ ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯСИ
ИНСТИТУТИ

«ЭЛЕКТРОТЕХНИК МАТЕРИАЛЛАР»

фанидан

МАЪРУЗАЛАР МАТНИ

«Электроэнергетика» кафедраси

БУХОРО-2005 йил

«ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА» КАФЕДРАСИ
№_____ ЙИГИЛИШИДА МУХОКАМА
КИЛИНДИ.
2004 Й. (Протокол №)

Бухоро Озик-Овкат ва Енгил Саноат
Технологияси институтининг услубий
кенгашида чоп этишга рухсат этилди.
_____2005йил _____Протокол№_____

«ЭЛЕКТРОТЕХНИК МАТЕРИАЛЛАР» ФАНИДАН МАЪРУЗАЛАР МАТНИНИ

ТУЗУВЧИ:

НУРОВ Х.

ТАКРИЗЧИ:

Бух ОО ва ЕСТИ
«ЭЭ» КАФЕДРАСИ ДОЦЕНТИ
САДУЛЛАЕВ Н.Н.

АННОТАЦИЯ.

«Электротехник материаллар» фанидан маърузалар матни «Электроэнергетика» йуналиши мутахасислиги учун «Электротехник материаллар» фанидан утиладиган барча маърузаларни уз ичига камраб олгандир.

Бу мавзулар назарий томондан содда ва тушунарли килиб баён этилган булиб, станция ва подстанцияларнинг ишлаш принципини, тузилишини, улардаги асбоб-ускуналар, уларни жойлаштириш ва фойдаланишнинг барча усуллари аник курсатилган. Электр станция ва подстанцияларнинг бош схемалари кенг микёсда содда ва тушунарли килиб баён этилган.

Шунинг учун бу маърузалар матни «Электроэнергетика» йуналиши мутахасисликлари учун дарслик сифатида тавсия этилади.

М у н д а р и ж а

1. Маъруза 1. Кириш. Фаннинг мақсад ва вазифалари	4
2. Маъруза 2. Электротехник материалларнинг механик хара- ктеристикалари.....	8
3. Маъруза 3. Электротехник мате­рилларнинг электрик тав- сифномалари.....	12
4. Маъруза 4. Электротехника материалларининг ис­сиклик хара- ктеристикалари	18
5. Маъруза 5. Электротехник мате­рилларнинг физикавий ва кимё- вий тавсифномаси	22
6. Маъруза 6. Газсимон диэлектриклар ҳақида тушунча	26
7. Маъруза 7. Суюқ диэлектриклар ва уларнинг синфларга бўли- ниши	31
8. Маъруза 8. Суюқ синтетик диэлектриклар	34
9. Маъруза 9. Кремний органик суюқ диэлектриклар	37
10. Маъруза 10. Каттик диэлектриклар ва уларнинг синфларга бў- линиши	40
11. Маъруза 11. Диэлектрикларнинг кутбланиши. Диэлектрик кутб- ланишнинг асосий турлари	44
12. Маъруза 12. Дипол – релаксация кутбланиш. Электрон релакса- ция кутбланиш	50
13. Маъруза 13. Каттик диэлектрикларнинг электр утказувчан- лиги	55
14. Маъруза 14. Каттик диэлектрикларда сирт (юза) орқали электр утказувчанлик	64
15. Маъруза 15. Диэлектрикларда энергия исрофи	69
16. Маъруза 16. Каттик диэлектрикларнинг тешилиши. Иссиклик таъсирида каттик диэлектрикнинг тешилиши	78
17. Маъруза 17. Сунъий полимерлар. Полиэтилен	84
18. Маъруза 18. Полистирол. Поливинилхлорид	88
19. Маъруза 19. Полиуретан. Полиэтилентерефталат. Эпоксид кат- ронлари.....	94

КИРИШ. ФАННИНГ МАКСАД ВА ВАЗИФАЛАРИ.

Режа:

1. Электротехник материаллар фанини уқитишдан мақсад.
2. Электротехник материалларни классификацияси.
3. Электротехник материалларни ишлаб чиқариш технологияси.
4. Электротехник материалларни қулланиш соҳалари.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Богородицкий Н.П. Пасынков В. Тареев Б.М. Электротехнические материалы. Л:Энергия 1977 г (6-ое изд.)
2. Воробьев А.А. Воробьев Г.А. Электрический пробой и разрушение твёрдых диэлектриков.
3. Норицкий Ю.В. Электротехнические материалы. М. Энергия. 1968 г.
4. Камолов Ш.М. Ахмедов А.Ш. Электротехника материаллари. Т. Уқитувчи. 1994 й.

Фаннинг мақсад ва вазифалари.

«Электротехника материаллари» курсининг асосий мақсади-замонавий электротехника материаллари, турлари, уларнинг таркиби ва технологик, термик, механик, электрик ва бошқа хусусиятлари билан яқиндан танишиб, улардан ясалган асбоб-ускуналарнинг ишлатиш соҳаларини билишдан иборат:

1. Хар бир материалнинг таркиби ва хоссаларини инобатга олиб, унга тааллуқли назарий маълумотларни билиб олиш.
2. Электротехника материалларига тааллуқли барча моддаларни классификация қилиш ва қулланиш соҳаларини аниқлаш.

3. Электротехника материалларининг асосий хусусиятларини урганиш.
4. Электротехника материалларининг технологияси билан танишиш.
5. Электротехника материалларини кулланиш сохаларини аниклаш.

Электротехника материалларининг классификацияси.

Электротехника материаллари электр утказувчанлик кобилиятларига кура 3 гурухга булинади:

1. Металлар (утказгичлар). Тоза металл рва уларнинг котишмалари шу гурухда мансуб:

$$\delta = [10^5 \div 10^6] \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$$

2. Диэлектриklar (изоляторлар). Пластмассалар, резиналар, фарфор (чинни), керамика, катронлар, шиша, картон, когоз ва б. шулар жумласидандир.

$$\delta = [10^{-10} \div 10^{-15}] \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$$

3. Яримутказгичлар. Бу гурухда германий, кремний, селен, теллур ва б. киради.

$$\delta = [10^5 \div 10^{-10}] \text{Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$$

Бундан куринадики, ярим утказгичлар электр утказувчанлик хоссаларига караганда утказгичлар ва диэлектриklar орасидаги мавкега эга эканлар.

Электротехника материаллари орасидаги шундай материаллар хам борки, улар магнитланиш кобилиятига эга. Бундай материаллар кичик магнит каршиликли мухитлар яратиш учун, (масалан, магнит утказгичлар, узаклар) яъни, магнит энергиясини йигиш учун кулланилади. Магнит

материалларининг купчилиги утказгичлардир. Масалан, темир ва унинг котишмалари. Аммо бу материалларга мансуб булган ферритлар ярим утказгичлардир.

Ферритларнинг каршилиги R бошка магнит материаларига караганда нихоятда катта. Шунинг учун, ферритлар узгарувчан магнит майдонларида ишлаганларида (уюрма токларда) исроф кам булади.

Электротехника материалларининг утказгичлар, диэлектриклар ва ярим утказгичларга булиниши шартлидир. Масалан, утказгичлар борки, уларнинг солиштирма каршилиги ρ кичик ёки ката булиши мумкин.

Электроизоляцияцион материаллар 3 гурухга булинади:

1. Газсимон.
2. Суюклик.
3. Каттик.

Бундан ташкари улар органик (катронлар, лок буёклар, пластмассалар, резиналар ва б.) ва анорганик (шиша, слюда, керамика, сополлар) электроизоляцияцион материалларга булинадилар.

Магнит материаллар магнитбоп юмшок, яъни осон магнитланувчи материалларга ва магнитбоп каттик, яъни кийин магнитланувчи материалларга булинади. Магнитбоп каттик материаллар тез магнитлансалар хам, аммо улар узок муддатларга берилган магнит энергияни саклаш кобилиятига эгалар.

Материалларнинг хоссалари уларнинг кулланиш сохаларини белгилайди. Масалан, утказгичнинг ρ кичик булса, ундан чулгам симлари, монтаж ва урнатиш симлари ва кабеллар яратилади. Агар утказгичнинг ρ ката булса, улардан кушимча каршилик, реостатлар ва иситгич асбоблар яратишда кулланилади. Магнитбоп юмшок материаллардан магнитутказгичлар, узаклар ишлаб чикарилади.

Магнитбоп каттик материаллардан доимий (узгармас) магнитлар яратилади.

Синов саволлари:

1. Электротехник материаллар фанини уқитишнинг максоди ва вазифаси нимадан иборат?
2. Электротехник материаллар утказувчанлик қобилияти неча турга бўлинади?
3. Электротехник материалларни ишлаб чиқариш технологиясини тушунтириб беринг.
4. Электротехник материалларни қулланиш соҳасига тушунча беринг.
5. Электроизоляция материаллар неча турга бўлинади?
6. Электротехник материалларни хусусиятларни тушунтириб Беринг.
7. Ярим утказгичлар қандай қимёвий элементлардан тайёрланади?

Таянч иборалар:

Термик, механик, электрик, модда, классификация, утказгичлар, диэлектрик, изоляция, қаршилик, шиша, лок, бўёқ.

ЭЛЕКТРОТЕХНИК МАТЕРИАЛЛАРНИНГ МЕХАНИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ.

Режа:

1. Чузилиш пайтидаги парчаланиш кучланиши.
2. Сикиш пайтидаги парчаланиш кучланиши.
3. Эгилиш пайтидаги парчаланиш кучланиши.
4. Зарбий ковушкоклик.
5. Парчаланиш пайтидаги нисбий чузилиш деформация.
6. Эластиклик модули (Юнг модули).

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Корецкий Ю.В. Электротехнические материалы. М. Энергия. 1968 г.
2. Справочник по электротехническим материалам под редакцией Ю.В.Корецкого. В.В.Пассенков. Таркева. Л. Энергия 1974 г.

Чузилиш пайтидаги парчаланиш кучланиши (материалнинг мустахкамлиги)

Материалнинг мустахкамлиги деб, уни ташки таъсирга каршилик курсатиш кобилиятига айтилади:

$$\delta = \frac{P}{S}$$

$$[\delta] = [\text{Н/м}^2] = [\text{Па}]$$

бу ерда S -намунанинг кундаланг кесим юзаси м^2 ,

P - намунага таъсир килувчи чузилувчи куч Н .

Сикиш пайтидаги парчаланиш кучланиши.

Материалнинг сикиш пайтидаги парчаланиш кучланиши куйидаги формула билан аникланади:

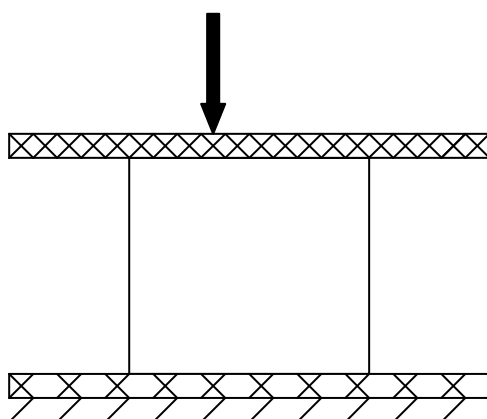
$$\delta_c = \frac{P_c}{S_o}$$

бу ерда P_c – намунага таъсир килувчи сикилиш кучи, Н.

S_o – намунанинг кундаланг кесим юзаси, m^2 .

Тажрибада цилиндр ёки куб шаклидаги намуналардан фойдаланилади. Агар намуна цилиндр шаклида булса, уни баландлиги 15 ва диаметри 10 мм булиши керак.

Намуна икки пулат плиталар уртасида урнатилиб, унга сикилиш юки бир хил тезликка то уни парчаланишига бериб борилади. Бунинг учун лаборатория прессидан фойдаланиш мумкин.



Эгилиш пайтидаги парчаланиш кучланиши.

Материалнинг эгилиш пайтидаги парчаланиш кучланиши куйидаги формула ёрдамида аникланади:

$$\delta = \frac{1.5 P \cdot L}{bh^2}$$

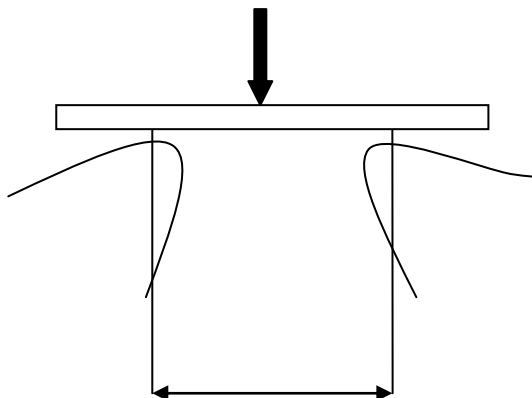
бу ерда: P - эгилиш юки, Н;

L - пулат таянчлар орасидаги масофа, м;

b - намунанинг кенглиги, м;

h – унинг калинлиги, м.

Пластмасса намуналарининг андозаси 10×15×120 мм дан кам булмаслиги керак.



Зарбий ковушкоклик.

Материалнинг зарбий ковушкоклиги куйидаги формула билан аникланади:

$$a = \frac{\Delta A}{S}$$

бу ерда ΔA - намуна синдириш учун маятник сарф килинган иш, [Ж].

Яхлит цилиндр ёки брусок шаклидаги намуналардан фойдаланилади. Намуна пулат таянчлар орасида эркин куйилади. Маятник маълум баландликдан тушиб, намуна уртасида зарба беради.

Зарбий ковушкоклик кичик булса, демак, материал мурт (синувчан, тез синадиган).

Парчаланиш пайтидаги нисбий чузилиш деформацияси.

Деформация деб, ташки куч таъсирида материалнинг андозалари узгаришига аталади.

Деформациянинг турлари:

1. Чузилиш.
2. Бурилиш.
3. Силжиш.
4. Эгилиш.
5. Сикилиш.

Аммо таъсир этувчи куч табиатига караб деформация иккига булинади:

1. Эластик деформация.
2. Пластик деформация.

Эластиклик деформация кайтувчанлик хоссасига эга булиб, пластик деформацияга учраган намуна аввалги ҳолатига кайтмайди, яъни колдик деформация юзага келади.

$$E = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100 \%$$

бу ерда $\Delta l = l - l_0$ - намунанинг абсолют деформацияси, м.

l_0 - намуна узунлиги, м.

Эластик модули (Юнг модули).

Материалнинг эластиклик модули (Юнг модули) куйидаги формула билан аникланади:

$$\delta = \epsilon E \quad \text{Гук конуни}$$

$$E = \frac{\delta}{\epsilon}$$

Синов саволлари:

1. Материалнинг мустаҳкамлиги қандай аникланади?
2. Материалнинг сиқиш пайтидаги парчаланиши қандай ифодаланади?
3. Материалларнинг эгилиш пайтидаги парчаланиш кучланиши ифодаланишини тушунтириб беринг.
4. Материалнинг зарбий қовушқоклиги қайси намуналардан фойдаланилади?
5. Парчаланиш пайтидаги нисбий чузилиш деформацияси қайси турларга бўлинади?
6. Материалнинг эластик модули қайси формула билан топилади?
7. Деформацияни неча хил тури мавжуд?

Таянч иборалар:

Чузилиш, сиқилиш, эгилиш, зарба, қовушқок, деформация, эластик, кучланиш, пулат, тезлик, цилиндр, модул, синдириш, маятник, мурт.

ЭЛЕКТРОТЕХНИК МАТЕРИАЛЛАРНИНГ ЭЛЕКТРИК ТАВСИФНОМАЛАРИ.

Режа:

1. Материалнинг солиштирма каршилиги.
2. Солиштирма каршиликнинг температура коэффиценти.
3. Материалнинг диэлектрик сингдирувчанлиги.
4. Диэлектрик исрофлар бурчагини тангенци.
5. Материалнинг электр мустахкамлиги.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Богородцкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы. Л. Энергия. 1977 г (6-ое изд.)
2. Корицкий Ю.В. Основы физики диэлектриков. М. Энергия. 1979 г.
3. Никулин Н.В. Электроматериаловедение М. Высшая школа. 1989 г.

Электроматериалларнинг асосий электрик тавсифномалари куйидагилардан иборат:

1. Материалнинг солиштирма каршилиги (Диэлектриклар учун солиштирма юза каршилиги ρ_s ва солиштирма хажмий каршилик ρ_v).
2. Солиштирма каршиликнинг температура коэффиценти.
3. Материалнинг диэлектрик сингдирувчанлиги.
4. Диэлектрик исрофлар бурчагининг тангенци.
5. Материалнинг электр мустахкамлиги.

1. Материалнинг солиштирма каршилиги.

Хар бир ЭМ-нинг электрик утказувчанлигини аниклаш учун унинг солиштирма каршилигини аниклаш керак.

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$$\rho = \frac{RS}{l}$$

бу ерда R -намуна материалынинг умумий каршилиги, [Ом]

l -намунанинг узунлиги, м.

S -унинг кесим юзаси, м².

Металлдан ясалган утказгичлар учун $\rho = 10^{-8} \div 10^{-6}$ Ом·м.

Шунинг учун улар электр токини яхши утказадилар.

Ярим утказгичлар учун $\rho = 10^{-4} \div 10^8$ Ом·м ва

Диэлектриклар учун $\rho = 10^8 \div 10^{18}$ Ом·м.

Бундан куринадики, диэлектрикларнинг нихоят катта ва шунинг учун улар кичик электр утказувчанликка эга.

Аммо диэлектрикларда икки солиштира каршиликларни бири-биридан фарк килиши керак:

ρ_s - диэлектрикнинг солиштира юза каршилиги булиб, ундан ток утаётганда токка юза каршилигини билдиради.

ρ_v - диэлектрикнинг солиштира хажмий каршилиги булиб, ундан ток утаётганда токка хажм каршилигини билдиради.

Диэлектриклар учун $\rho_s < \rho_v$ булиб, $10^9 - 10^{16}$ Ом·м ташкил килади. Аммо утказгичлар ва ярим утказгичларда эркин электронлар концентрацияси нихоятда ката булганлиги ва яхши электр утказувчанликка эга эканликлари туфайли ρ_s ва ρ_v ни аниклаб булмайди.

Электротехника материалларнинг ρ температурага боглик (1-расм). Диэлектриклар ва яримутказгичларнинг ρ температура ошган сари камаяди, аммо утказгичларнинг ρ купаяди.

2. Солиштира каршилигининг температура коэффиценти.

Бу характеристика диэлектрикнинг солиштира каршилигини T -га богликлигини курсатади $[1/k]$:

$$TK_{\rho} = \alpha = \frac{\rho_2 - \rho_1}{[\rho_1 (t_2 - t_1)]} \quad (1)$$

бу ерда ρ_1 -материалнинг t_1 температурадаги солиштирма каршилиги
 ρ_2 -материалнинг t_2 температурадаги солиштирма каршилиги

Утказгичлар учун $\alpha > 0$. демак, T ошган сари утказгичнинг электр каршилиги ошади. Аммо диэлектриклар ва ярим утказгичлар учун $\alpha < 0$. Демак, T ошган сари уларнинг каршилиги камаяди, электр токини утказилади.

3. Материалнинг диэлектрик сингдирувчанлиги.

ϵ -ни физик маъноси-диэлектрикка кучланиш берганда электр сизим яратиш кобилияти курсатади. Ясси (текис) конденсаторнинг электр сизими:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d} \qquad \epsilon = \frac{d \cdot C}{\epsilon_0 S} \qquad (2)$$

бу ерда S -электроднинг юзаси, m^2 .

d -электродлар орасидагимасофа ёки диэлектрикнинг калинлиги, m .

ϵ_0 -8,85416 Ф/м-электр доимийлиги.

ϵ -диэлектрик сингдирувчанлиги.

Агар электротехника материал учун ϵ кичик бўлса, у яхши изоляцион материал хисобланади. Сопол диэлектриклар учун ϵ катта кийматга эга. Улардан ихчам (кичик улчамли) конденсаторлар яратилади.

Газлар, буглар ва вакуумда $\epsilon=1$. Шунинг учун ϵ куйидаги формула асосида хисобланади:

$$\epsilon = \frac{C}{C_0}$$

бу ерда C -диэлектрикли конденсаторнинг сизими, [Ф].

C_0 -идеал ёки эталон сифатида олинган конденсаторнинг сизими, [Ф].

4. Диэлектрик исрофлар бурчагининг тангенци $\tan \delta$.

$\tan \delta$ -ни маъносини фахмлаш учун тажриба утказамиз: бирон утказгичга аввал узгармас кучланиш, кейин эса узгарувчан кучланиш (U кийматлари

бир хил) бериб, энергия исрофларини хисоблаймиз. Тажриба курсаткичи актив кувват исрофлари бир хил булади, яъни $P_{-}=P_{\sim}$.

Агар ушбу тажрибани диэлектрика утказсак, унда энергия исрофлари узгарувчан кучланиш берганда нихоятда катта булади, яъни $P_{\sim}>>P_{-}$.

Диэлектрикдаги энергия исрофлари (актив кувват исрофлари) диэлектрик исрофлари дейилади. Узгармас кучланиш таъсирида ишлайдиган диэлектрикдаги актив кувват исрофлари уни киздирилишида сарфланади.

$$P=U \cdot I_a \quad (4)$$

Бу ерда U -диэлектрикка берилган кучланиш, [В],

I_a -диэлектрикдан утаётган узгармас ток, [А].

Реактив кувват:

$$Q=UI_p \quad (5)$$

Демак, бу ердан хосил киламиз

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{I_a}{I_p} \quad I_a = I_p \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (6)$$

Аммо реактив ток

$$I_p = U \omega C \quad (7)$$

Бу ерда $\omega = 2\pi f$ -бурчак частотаси, f -узгарувчан ток частотаси.

$$(7)\text{ни } (6)\text{га куйиб топамиз: } I_a = U \omega C \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (8)$$

$$(8)\text{ни } (4)\text{га куйиб топамиз: } P_a = U^2 \omega C \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (9)$$

Бу ердан хулоса шуки, U , f ва C узгармаган холда диэлектрикдаги актив кувват исрофи факат $\operatorname{tg} \delta$ га боғлиқ экан.

Электроизоляцияцион материаллар учун $\operatorname{tg} \delta = [0,0001 \div 0,05]$ узгариши мумкин. $\operatorname{tg} \delta$ канча кичик булса, демак у яхши диэлектрик хисобланади, демак унда энергия исрофи кам.

$\operatorname{tg} \delta$ ҳам ϵ -га ухшаган f , T ва ташки омилларга (намлик, ҳаво ва б.) боғлиқ.

5. Материалнинг электр мустахкамлиги.

Диэлектрик материаллари эксплуатация даврида катта кучланишлар таъсирида колиб, электр майдон кучлари таъсирида емирилиши мумкин. Бу ходиса диэлектрикнинг (бузилиши) тешилиши дейилади.

Диэлектрик тешилганда у кучланишига бардош бериш кобилиятини йукотади, чунки тешилган жойдан бузилади ва электр токини утказди.

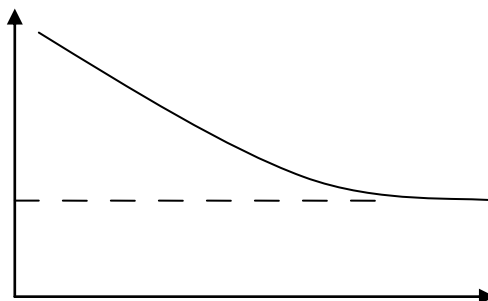
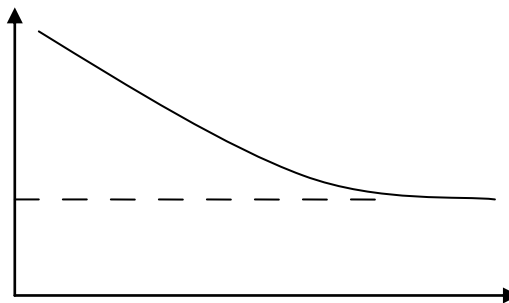
Диэлектрик юкори кучланишига бардош бериш кобилияти электр майдон кучланганлиги билан аникланади. Одатда E_T таъсирида диэлектрик тешилади ва уни электр мустахкамлиги дейилади.

$$E_T = \frac{U_T}{h} \quad [E_T] = [В/м]$$

бу ерда h -диэлектрик калинлиги [мм],

U_T -диэлектрикни тешувчи кучланиш [В].

Диэлектрикнинг электр мустахкамлиги E_T температура ва электр кучланишни таъсир вақтига боглик:

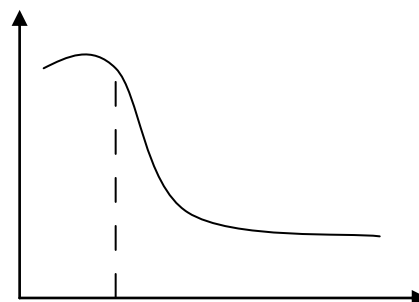


Бу ердан хулоса: T катта булганда, E_T кичик (1-расм) булганда, диэлектрикни тешиш учун куп вақт керак.

Диэлектрикни тешилиш жараёни унинг кизиш жараёнида юз бериши натижасида ҳам руй бериши мумкин. Бунда диэлектрикнинг каршилиги

узлуксиз камайиб, ток купаяди. Натижада унинг температураси ошиб емирилади. Бундай тешилиш иссиқликдан тешилиш дейилади.

Температура кичик булганда, электр майдон кучланганлиги E_T ошиши билан диэлектрикда эркин электронлар микдори ошиб кетади. Натижада диэлектрик тешилади. Бундай тешилиш электр тешилиш дейилади.



Синов саволлари:

1. Материалнинг солиштирма каршилиги(диэлектрик учун солиштирма юза каршилиги ρ_S ва солиштирма хажми каршилиги ρ_V) бир-биридан кандай фарк килади?
2. Диэлектрик солиштирма каршилиги температурага богликлиги кандай аникланади?
3. Материалнинг диэлектрик сингдирувчанлиги физикавий маъносини тушунтириб беринг.
4. Диэлектрик исрофлар бурчаги $\tan\delta$ кайси катталиқда узгаради?
5. Диэлектрикдаги энергия исрофлари.
6. Электроизоляция материаллар учун $\tan\delta$ кайси катталиқда узгаради?
7. Диэлектрик материалларни эксплуатация килишдаврида диэлектрикни (бузилиши) тешилиши кандай содир булади?
8. Диэлектрик электр мустахкамлиги E_T температура ва электр кучланишини таъсир вақтга боглиқлик графигини тушунтириб беринг.

Таянч иборалар:

Эластиклик, модул, каршилиқ, диэлектрик, нейтрал, температура, сингдирувчанлик, электрод, мустахкамлик, ток утказувчанлик, хажм, сигим, температура, электр.

Маъруза 4.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА МАТЕРИАЛЛАРИНИНГ ИССИҚЛИК ХАРАКТЕРИСТИКАЛАРИ.

Режа:

1. Материалнинг эриши
2. Иссиқликга чидамлилиқ
3. Қизишга чидамлилиқ
4. Совуққа чидамлилиқ
5. Суюқ диэлектриклар ўт олиш температураси

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Корицкий Ю.В. Электротехнические материалы М.Энергия 1968.
2. Камолов Ш.М. Ахмедов А.Ш. Электротехн.материалқ. Т.1994
3. Справочник по электрическим материал. Под ред.Ю.В.Корицкого В.В. Пасинкова Б.М. Тураева Л. Энергия 1974
4. Электрическая свойства полимеров Под ред. Л.Энергия 1974.

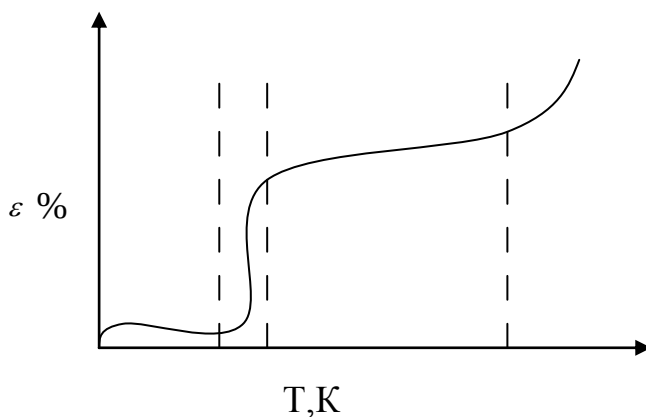
Электротехника материалларининг иссиқлик характерлари куйидагилардан иборат:

1. Материалнинг эриш I- расм
 2. Иссиққа чидамлилиқ
 3. Қизишга чидамлилиқ
 4. Совуққа чидамлилиқ
 5. Суюқ диэлектриклар бўғининг ўт олиш температураси
1. Электротехника материалларининг эриш температурасини аниқлаш катта аҳамиятга эга бўлиб, у материалнинг каттик ҳолатидан суюқликка ўтишини ифодалайди. Агар материал кристалл структурага эга бўлса, унда уни эриш температурасини аниқлайдилар.

ПЭ_{учун} $T_g = 135-145^{\circ}\text{C}$

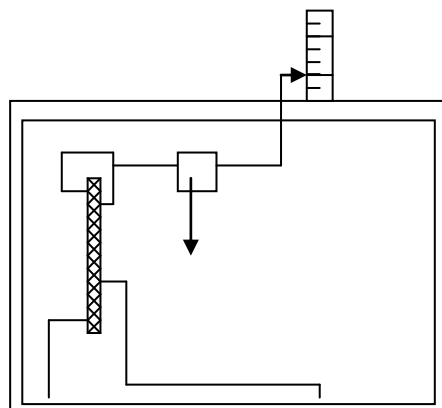
ПВХ_{учун} $T_g = 137^{\circ}\text{C}$

Агар материал аморф структурага эга булса, (масалан, оргшиша, ПС, катронлар, битум ва х), унда уларни юмшаш температурасини аниклайдилар. Купгина материаллар юмшаш температурасида ишламайди, чунки температура юмшаш температурасига етганда материал юмшаб, ока бошлайди.



2. Диэлектрик материалларнинг киска муддатли иссиқликка бардош бера олиш қобилиятини курсатувчи характеристика – бу иссиқка чидамлилик дейилади. Бу характеристикани мартенс аппаратида аникланади.

Намуна сифатида брусоклар 120 x10x15мм олинади. Намуналар (3 та) вертикал ҳолатда қуйилади. Аппарат киздирилади. Юкоридаги қискичга шток урнатилган ва унга юк қуйилади. Юк огирлиги таъсирида $5 \cdot 10^6$ Н/м кучланиш берилади, натижада намуна эгилади. Унинг эгилишини курсатгич курсатади. Эгилиш 6 мм булиши керак. Т 50° С/соат тезликда кутарилади. Масалан, ПС учун иссиқга чидамлилик $75-80^{\circ}$ С, Гетинакс учун $150-170^{\circ}$ С.



3. Кизишга чидамлилик – материалнинг рухсат этилган Т га узок муддатга бардош бера олиш кобилиятини белгилайди.

Электротехника материалларининг кизишга чидамлилик синфлари давлат стандарти ДАВАН 8865-87 буйича куйидагича белгиланган:

Кизишга чидамлилик инфлари	Рухсат этилган температура, °C	материаллар
У	90	ПС, ПЭ, тибий ипак, картон, когоз, пахтали матолар ва б.
А	105	Генитакс, текстолит, лок ва буёкар билан буялган пахтали ва ипакли мато
Е	120	Елимлар, елимланган слюдали материаллар миканитлар), бакалит катронлар, локлар, шиша толалар.
В	130	Лавсан пардалар, бакалит катронлари асосидаги стеклотекстолит ва б.
Ғ	155	Слюда, асбест, шишатоалар, эпоксид катронлар ва улардан ясалган материал
Н	180	Кремнийорганик локлар, слюда ва шиша толалардан ясалган ПКМ-лар ва б.
200	200	Полиамидлар, шиша ва асбест толаларидан ясалган пластмасалар ва б.
220	220	Полимидлар, фтоопластлар ва бошка кизишга чидамли пластмассалар.
250	250	Анорганик диэлектриклар: электрокерамика, шиша, слюда ррганик диэлектриклардан фторопласт – 4

4. Совукка чидамлилик-электр машиналарининг паст температураларига бардош бера олиш қобилиятини ифодалайди. Паст температураларда кўпгина изоляцион материаллар ёрилади, тирқишлар пайдо бўлади, яъни эластиклик қобилиятини йўқотади. Масалан, резина, пластмасса, лок пардалари ва б.

Суюқ диэлектриклар учун уларни қотиш температурасини аниқлайдилар. Яъни бу температурада кўпгина суюқ диэлектриклар қотиб қоладилар.

5. Суюқ диэлектриклар, масалан, ёғларни қиздирилганда улар газ бўғи ёки буғ ҳосил қиладилар. Аланга таъсирида портланиб кетади.

Синов саволлари:

1.Электротехник материаллар эриш температкураси кандай ахамияти эга.

2.исикка чидамлилик характеристикасини тушунтириш

3.Электроник материалларнинг кизишга чидамлилик синфлари кандай белгиланади.

4.Совукга чидамлилк электрик машиналари кандай тмператураси бардош бериш қобилиятига эга.

5.Паст температурада изалацион материаллар узини эластиклик қобилиятини йукотиш сабабини тушушнтинринг

6.Суюқ диэлектриклар қиздирилганда канака физикавий ходисалар содир булади.

Таянч иборалар:

Диэлектрик, кучланиш, конденсатор, электрод, сингдирувчанлик, кувват, изоляция, эталон, исроф, тешилиш, мустахкамлик, температура, кристалл, картон, эриш, чидамлилик.

Маъруза 5.

ЭЛЕКТРОТЕХНИК МАТЕРИАЛЛАРНИНГ ФИЗИКАВИЙ ВА КИМЕВИЙ ТАВСИФНОМАЛАРИ.

Режа:

1. Кислота сони
2. Ковушкоклик
3. Сувсингдирмоклик
4. Тропика чидамлилики

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Богородицкий Н.П., Пачинков В.В., Тарев Б.М., Эл.тех. материал. Энергия. 1977 г.(в.-х изд-1).
2. Корицкий Ю.В. «Основы физики диэлектриков М.» Энергия 1979 г.
3. Справочник по электрическим материалам под редакцией Ю.В. Корецкого, В.В. Пасынкова, Б.М. Тараева, Л.Энергия 1974 г.

Электротехника материалларнинг физикавий ва кимёвий тавсифномаларига қуйидагилар киради:

1. Кислота сони
2. Ковушкоклик
3. Сувсингдирмоклик
4. Тропика чидамлилики.

1. Кислота сони – бу 1г суяқ диэлектрикдаги эркин кислотани нейтраллаш учун керак булган ҚОН ишкорини мг-лар миқдоридир.

Агар кислота сони куп булса, суяқ диэлектрикда эркин кислоталари куп ва унинг утказувчанлиги юқори бўлади. Кислоталар таъсирида қоғоз, толали материаллар, пахтали матолар емирилади ва уларнинг электроизоляция хусусиятлари йўқолади.

2. Қовушқоқлик – бу суюқ диэлектрикларда ички ишқаланиш коэффициентидир. η катта бўлганда, суюқлик қуюқ бўлади ва агар η кичик бўлса, суюқлик оқувчан бўлади. Лок ва компаундлар кўпинча шимдирувчи электроизоляцияцион сифатида кўпроқ ишлатилади. Улар учун η қанча кичик бўлса, шунча яхши, чунки материалдаги ғовакларни яхши тўлдиради. Температура ошганда η камаяди, чунки суюқлик заррачалари ўртасидаги ўзаро таъсир кучлари сусаяди. Қовушқоқлик вискозиметр асбобида аниқланади ва икки хилга бўлинади: кинематик қовушқоқлик $[m^2/c]$ ва шартли қовушқоқлик [сек].

3. Сувсингдирмоқлик – электр материалларининг сувга қаршилиқ кўрсатиш қобилиятини билдиради. Сув материалдаги ғовакларда кириб, унинг электроизоляцияцион хусусиятларини пасайтиради.

$$W = \frac{m - m_0}{m_0} - 100 \%$$

Бу ерда m_0 - куруқ намунанинг массаси, г

m – намунанинг сувда маълум вақт ушлагандан кейинги массаси, г

Кўпинча справочникларда W қиймати 24 соат ўтгандан кейинги қиймати берилади.

4. Тропикка чидамлилиқни асосан тропик климатда ишлайдиган асбоб-ускуналарларда қўлланиладиган электроизоляцияцион материаллар учун аниқланади.

Материаллар қуйидаги таъсирларга учраши мумкин.

1. Электротехника материаллари юқори ҳаво ҳароратига ($45-55^{\circ}\text{C}$) учраши мумкин.
2. Бир суткада бирданига ҳарорат тушиши мумкин. (44°C дан кўпроқ).
3. Хавонинг юқори намлигига ($90-95^{\circ}\text{C}$)
4. Қуёш нурлари таъсирида
5. Моғорли замбуруғлар таъсирида қолиши мумкин. (Кўпинча пластмасса, резина, лок ва катронлар улар таъсирида бўлади).
6. Очиқ ҳавода ишлатиладиган материалларни хашарот ва кемирувчилар тишлаб ташлаши мумкин.
7. Ҳаво, чанг ва тузли ҳаво таъсирида қолиши мумкин.

Бундай таъсирларга пахтали матолар, қоғоз, пластмасса ва б.учраши мумкин. Уларни герметик ёпиқ қопламаларда сақлаш керак ёки қалин қатламли тропикка чидамли компаундлар билан ёпиб ташлаш керак.одатда неорганик материаллар, масалан, электрокерамика, ишқорсиз шишалар тропикка чидамли материаллар ҳисобланадилар. Органик материаллардан ПВХ, Фторпласт-4 ва улар асосида ясалаган композитлар. Масалан, асбест толаси, кварц уни ва б.

Синов саволлари:

1. Кислота таъсирида қандай электроизоляция хусусиятлар йўқолади.
2. Суюқ диэлектрикларга қовушқоқликни ички ишқаланиш коэффициентини тушунтириб беринг.
3. Лок ва компаундлар кўпинча қайси электроизоляция материалларда ишлатилади.
4. Сувсингдирмоқлик электр материалынинг сувга қаршилиқ кўрсатиш қобилиятини тушунтириб беринг.

5. Тропик чидамлилилик қайси климатдла ишлайдиган электр асбоб ускуналарда қўлланиладиган электроизоляцион материаллар учун аниқланади.
6. Электротех материаллар қандай таъсирларга учраши мумкин?
7. Неорганик материалларда қайси материаллар тропик чидамли материаллар хисобланади.

Таянч иборалар:

Кислота, ковушкоклик, сувсингдирмоклик, чидамлилилик, диэлектрик, ишкор, тола, мато, лок, компаундлар, изоляция, тропика, хаво, фторопласт.

ГАЗСИМОН ДИЭЛЕКТРИКЛАР ХАҚИДА ТУШУНЧА

Режа:

1. Газсимон диэлектриклар хақида тушунча
2. Қаттиқ диэлектриклар электр мустахкамлаш
3. Газсимон диэлектрикларни электр ўтказувчанлиги
4. Газсимон диэлектрик электр тешилиши

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Воробьев А.А., Воробьев Г.А. Электротехнический проба́т изучение твердых М.Высшая школа. 1965.
2. Камолов Ш.М., Ахмедов А.Ш. Электротехника мате́риллари Т.Ўқитувчи 1994 г.
3. Кайков С.Н., Цикона А.Н. Электрические строение твердых диэлектриков Л.Энергия 1968г.

Газсимон диэлектриклар гурухига хаво, азот N_2 , H_2 , O_2 , CO_2 , элегаз SF_6 ва O киради.

Улар конденсаторларга, юқори кучланишли хаволи узгичлар ва O диэлектриклар сифатида ишлатилади.

Кўпинча электр узатиш линияларида бинафша рангли ёруғлик пайдо бўлиб, қандайдир қарс-қурслар эшитилиб қолади. Бу хаво таркибининг бузилиши ва унинг электр мустахкамлигини пасайишидан дарак беради.

Демак, натижада энергия исрофи рўй беради.

Газ	ρ г/см ³	E	E, мВ/м	Иссиқлик ўтказув. λ , Вт/м.°C	Солиштирма иссиқлик C, Ж/кг. °C
Хаво	1.2928	1.00059	3	0.025537	1006.5
N ₂	1.2507	1.00058	3	0.04426	1041.8
H ₂	0.0898	1.00027	1.8	0.174450	14285.8
CO ₂	1.9768	1.00096	2.7	0.02826	843.64
(SF ₆)	6.4851	1.00191	7.2	0.03198	597.39

Бу таблицадан хулоса шуки, элегазнинг E нихоятда катта. H₂ нинг λ ва C нихоятда катта. Шунинг учун H₂ совутиш мухити сифатида (хаво ўрнига) генераторларда ишлатилади. Бундан ташқари, газлар учун $E \approx 1$. Аммо қаттиқ диэлектриклар учун ε 2 дан 8 ва ундан ортиқ бўлиши мумкин.

Агар қаттиқ диэлектрик ичида хаво кириб қолган бўлса, унда ҳар бир қатламда кучланганлик, яъни электр мустаҳкамлик куйидагича бўлади:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1}$$

ε_1 ва ε_2 - бу ерда мос равишда газ ва қаттиқ диэлектрикларнинг диэлектрик сингдирувчанликлари бўлиб, E₁ ва E₂ ва уларнинг электр мустаҳкамлиги.

Бу тенгламадан хулоса шуки, қаттиқ диэлектрикдаги хаво 2-8 мартаба катта E га учрайди. Натижада диэлектрик тешилади ва энергия исроф бўлади.

Газсимон диэлектрикларнинг электр ўтказувчанлиги.

Маълумки, газлар зарядланган заррачалардан, яъни электрон ва ионлардан ташкил топилган. Уларда қаттиқ ва суюқ моддаларнинг аралашмалари ҳам мавжуд.

Хавода зарядланган заррачалар куёш ва космик нурлар таъсирида, ернинг радиоактив нурланиши ва б. таъсирлар натижасида пайдо булади. Натижада газларда ионизация ходисаси руй беради.

Агар конденсатор катламлари орасида газни жойлаштириб, унга кучланиш берилса, зарядланган заррачаларга майдон кучланганлиги, яъни электр кучи таъсир килади. Бу кучлар таъсирида электронлар ва ионлар бир электроддан иккинчисига ҳаракат киладилар. Натижада газда электр токи вужудга келади.

Агар зарядланган заррачалар миқдори кўп бўлса, электр кучлар таъсирида улар катта тезликка эга булади, демак газдаги ток ҳам кўпаяди.

Газсимон диэлектрикларнинг вольт-ампер тавсифномаси куйидагича булади (1-расм). Бир областда кўпайган сари пропорционал равишда кўпаяди. Демак, Ом қонуни бажарилади:

$$I = \frac{U}{R}$$

Агар U янада кўпайтирсак (II област), бу қонуният бузилади, яъни узгармай қолади. Бунинг маъноси шуки, электрон ва ионлар таъсирида энергия йиғиладилар.

Агар янада кўпайтирсак (III област), зарядланган заррачаларнинг тезлиги бирданига кўпаяди, улар нейтрал заррачалар билан тўқнашадилар ва натижада янги зарядланган заррачалар пайдо булади. Бу ходиса тез амалга ошади ва уни зарбий ионизация дейилади. III областда, яъни зарбий ионизация натижасида бирданига кўпайиб кетади.

Зарбий ионизация ходисаси руй берганда газнинг солиштирма ҳажмий қаршилиги ρ_v ва исрофлар тангенс бурчаги $\operatorname{tg}\delta$ бирданига камаяди.

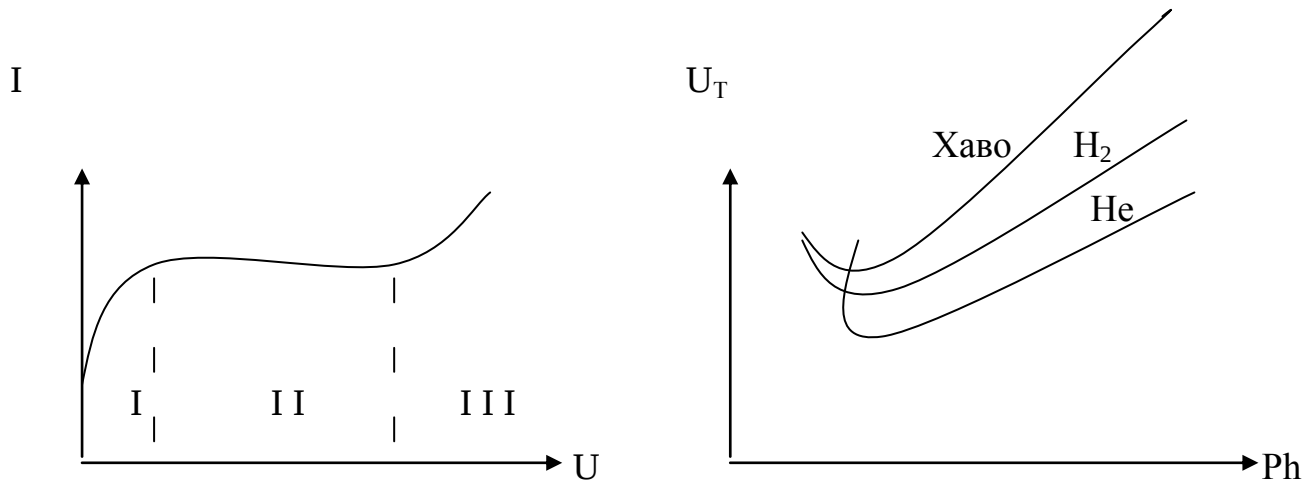
Газларда ρ катта бўлиб $\rho \approx 10^{18}$ Ом·м, $\operatorname{tg}\delta$ эса, кичик $\operatorname{tg}\delta \approx 10^{-6}$ булади.

Газларни одатда $U \ll U$ зарбий ионизация бўлган областда ишлатилади.

Газсимон диэлектрикларнинг электр тешилиши.

Газсимон диэлектрикларнинг тешилиши Пашен конунига асосан белгиланади:

$$U_T = A P h$$



Бу ерда U_T - газ катламининг тешилиш кучланиши.

P - газнинг босими.

h - газларда электродлар орасидаги масофа

A - коэффициент.

Ph купайган сари U_T ҳам купаяди (графикда унг томон). Аммо Ph камайса, U_T ҳам камайиб, минимум оркали утади.

Бунинг маъноси шуки, суюлтирилган газлар областида атом ва молекулалар микдори бирданига камаяди, демак, газларда зарбий ионизация катта U лар таъсирида вужудга келади.

Агар майдон бир жинсли булса, газларнинг тешилиши учкун шаклида пайдо булади. Агар майдон бир жинсли булмаса, тешилиш бир катор оралик вазиятлар оркали руй беради. Яъни аввал газнинг катлами тула парчаланмайди. Аммо U купайиши билан газда электр тож очик бинафша рангда пайдо булади.

Электр тож руй берган вақтда «Чарс-чарслар» кузатилади ва хавода озон гази O_3 ва азот оксиди NO пайдо булади. Бу газлар таъсирида металллар оксидланади, пластмасса, резина ва б. органик электр изоляцион

материаллар парчаланади. Уларнинг сатхидан тиркиш ва ёришмалар пайдо булади.

Амалда купинча бир жинсли булмаган майдонлар юз беради. Масалан, иккита катта U га эга булган линиялар орасидаги майдон, утказгич ва симчуп орасидаги майдон ва б. бир жинсли булмаган майдонлар хисобланади. Бундан ташкари, электродлар орасидаги майдонлар ҳам бир жинсли эмас, чунки уларнинг размерига ҳам боғлиқ. Масалан, игла-игла; игла-текислик ва х.

Демак, электродларнинг кутбланганлиги ҳам газларнинг тешилишига катта таъсир килади. Электродларда электр тож пайдо булишининг олдини олиш учун ва тешилиш Уни купайтириш учун электродларнинг четларини текислайдилар ёки металл колпаклар (экранлар) билан ёпадилар.

Синов саволлари:

1. Газ симон диэлектриклар қайси гурухларга бўлинади?
2. Газсимон диэлектрикларда электр мустахкамлигини пасайиши нимага боғлиқ?
3. Газларда ионизация ходисаси қандай рўй беради?
4. Газсимон диэлектрикларда волтампер тавсифномасини тушунтириб беринг.
5. Газсимон диэлектрикларнинг тешилиши қайси қонунга асосан аниқланади?
6. Электр тож рўй берган вақтда хавода қанақа оксид пайдо бўлади?
7. Электродларда электр тож пайдо бўлиши олдини олиш учун нима қилиш керак?

Таянч иборалар:

Хаво, азот, элегаз, конденсатор, кучланиш, узгич, диэлектрик, бинафша, ёруглик, исроф, совутиш, кучланганлик, мустахкамлик, заррача, электрон, ион, модда, нурлар, конденсатор, кучланганлик, каршилиқ.

СУЮҚ ДИЭЛЕКТРИКЛАР ВА УЛАРНИНГ СИНФГА БЎЛИНИШИ

Режа:

1. Суюқ диэлектриклар
2. Суюқ диэлектриклар асосий вазифалари
3. Нефтли мойлар
4. Нефтли электр изолацион мойлар

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Аптов И.С. Хомяков М.В. “Уход за изоляционными маслами” Энергия 1978 г.
2. Васильев Н.Н. “Лабораторные работы по электроматериаловедению” дат.1985
3. Корицкий Ю.В. «Электротехнические материалы» М. Энергия 1968 г.

Суюқ диэлектриклар икки хил бўлади:

1. Нефтдан олинган мойлар
2. Синтетик мойлар

Суюқ диэлектрикларнинг асосий вазифалари:

1. Кучланиш трансформаторлари, мойли включателлари, конденсаторлари ва б. электр асбоб-ускуналарининг ички қисмини тўлдириш.
2. Электр мустахкамлигини ошириш
3. Иссиқлик берадиган мухитни яратиш (масалан, тансформаторларда)
4. Электр ёйни ўчириш (масалан, мойли ўчиргичларда)

Одатда суюқ диэлектрикларнинг вакуум остида асбоб-ускуналарда қўйилади. Улар изоляциянинг ғовак қисмларида шимириб, материалнинг электр мустахкамлигини оширади.

Нефтли мойлар 3 гуруҳга бўлинади:

1. Трансформаторлар ва юқори вольтли ўчиргичларга ишлатиладиган нефтли мойлар.
2. Конденсаторларнинг қоғоз изоляциясинит шимдиришга ишлатиладиган нефтли мойлар.
3. Юқори вольтли ишлатиладиган нефтли мойлар.

Нефтли ЭИ-мойларнинг одатда нефтдан олинади.

Нефтни бир неча маротаба тозалаб солярка олинади. Унда сульфат кислотаси ёки ишқор қўшиб, уни кимёвий бирикмалардан тозаланиб, куритадилар. Ундан кейин филтрлар ёрдамида тозалаб трансформаторлар, конденсаторлар ва кабеллар учун керакли мойлар ҳосил қилинади.

Нефтли электр изоляцион мойлари қовушқоқликлари билан бири-биридан фарқ қилади. Масалан, МН-4 типидagi мойларнинг η кичик бўлиб, улар кабелларда ишлатилади.

Ковушқоқлиги уртача бўлган С-110 ва С-220 типидagi мойлар 110 кВ ишлайдиган юқори кучланишли кабелларда ишлатилади.

35 кВ да ишлайдиган қоғозли изоляцияли кабеллар учун нефтли мойларга конифоль қўшиб ишлатадилар, чунки, конифол η нинг кўпайтиради.

Нефтли мойлар ҳам оксидланади ва эскиради. Масалан, улар юқори температураларда ишлайди, юқори электр майдони таъсир қилади, улар ҳаво ва металл билан тукнашишлари мумкин. Алоҳида қайд қилиш керакки, мис, латун, темир, сув мойларнинг эскиришини тезлаштиради.

Синов саволлари:

1. Суюқ диэлектриклар неча хил бўлади.
2. Суюқ диэлектрикларни асосий вазифалари нимадан иборат
3. Суюқ диэлектрикларда электр мустахкамлик қандай оширилади.

4. Нефтли мойлар неча гурухга бўлинади.
5. Нефтли электро изоляцион мойлар нималардан олинади.
6. Конденсаторлар ва кабеллар трансформаторлар учун керакли мойлар қай усулда тозаланади.
7. Нефтли мойларда оксидланиш ва эскириш сабабларини тушунтириш

Таянч иборалар:

Диэлектрик, пашен, катлам, тешилиш, коэффициент, суюлтирилган, молекула, микдор, зарбий, ионизация, тешилиш, учкун, парчаланиш, тож, бинафша, пластмасс, резина, изоляция.

СУЮҚ СИНТЕТИК ДИЭЛЕКТРИКЛАР

Режа:

1. Синтетик суюқ диэлектриклар
2. Соволлар, соватлар, гексоллар, кремнийорганик суюқ диэлектриклар.
3. Соволнинг асосий афзаллиги
4. Соволлар, соватлар ва гексолнинг асосий электр тавсифномалари

Фойдаланилган адабиётлар:

- 1.Корицкий Ю.В. “Электротехнические материалқ” Энергия 1968 г.
- 2.Справочник по эл.тех.материал.под редакцией Ю.В.КорицкогоПасынкова Б.М. Тареев Л.Энергия
3. Электротехнические свойства полимеров. Под.ред. Б.И.Сажина Л.Химия 1977 г.

Нефтли электроизоляциин мойларининг ўзларига хос камчиликлари бор. Масалан, улар ёнувчи, E кичик, улар парларнинг биридан ёниш, яъни чақнаш температураси унча катта эмас.

Синтетик суюқ диэлектриклар бу камчиликлардан холидирлар.

Синтетик суюқ диэлектриклар гурухига қуйидагилар киради:

Соволлар, совтоллар, гексоллар, кремнийорганик суюқ диэлектриклар.

Соволлар – дефенил кристаллининг ($H_5C_6-C_6H_5$) хлорланган эритмаси бўлиб, кутбланган моддадир. Яъни, дефенилдаги водород реакция давомида хлорга алмаштирилади. Агар 3 ва ундан ортиқ H_2 ўрнига хлор атомлари жой олса, махсулот мойсимон бўлади.

Соволда H_2 нинг беш атоми хлор атомларига алмаштирилган, натижада пентахлордефенил $Cl_3H_2C_6 - C_6H_3Cl_2$ хосил бўлади. Демак, совол деганда пентахлордефенил тушунилади.

Формуладан маълумки, унинг молекулалари носимметрик жойлашган, шунинг учун у кутбли диэлектрик хисобланади. Соволнинг $E=5,2$ бўлиб, изоляцион қоғознинг E га тенг. Шунинг учун совол мойи билан шимдирилган қоғознинг E катта бўлади, бу конденсатор сиғимини кўпайтиради.

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

Соволнинг асосий афзаллиги – унинг ёнмаслигидир. Аммо $5^\circ C$ да сосол ва унинг $\eta=2,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ га етади. Нефтли мойлар учун эса $\eta=3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ дир. Демак, хона температурасида қоғозларни совол билан шимдириб бўлмайди, чунки унинг мойларникига нисбатан нихоятда катта. Шунинг учун уни $50^\circ C$ қиздириш керак бўлади.

Соволнинг яна бир камчилиги – унинг захарлилигидадир, чунки унинг атомида хлор атомлари бор.

Соволнинг η камайтириш ва ёнмаслигини сақлаш учун унинг суюлтиргичи – трихлорбензол $C_6H_3Cl_3$ ишлаб чиқилган.

Совтоллар. 64% совол 36% трихлорбензол $C_6H_3Cl_3$ аралашмасини совтол дейилади.

90% совол ва 10% трихлорбензол аралашмасини гексол дейилади.

Соволлар, совталлар ва гексолнинг асосий тавсифномалари қуйидагилардан иборат:

характеристика	совол	Совтол-2	Совтол - 10	Гексол
ρ , $2/\text{см}^3$	1.56	1.52	1.54	1.64
η , $\text{м}^2/\text{с}$	$2.9 \cdot 10^{-4}$	$1.1 \cdot 10^{-4}$	$6.5 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-6}$
$T_{\text{чақнаш}}$	200	200	200	200

$T_{\text{қотиш}}$	+5	-40	-6	-60
КС, мгКОН/	0.02	0.01	0.01	-
ρ_v , Ом·м	10^{13}	10^{13}	10^{13}	10^{10}
ε	5.2	4.6	4.8	2.9
$\text{tg } \delta$	0.005	0.008	0.006	0.03
E_T , МВ/м	18	20	22	18

Ушбу жадвалдаги кўрсаткичларини нефтли мойларники билан солиштирсак, маълум бўладики, саволлар нефтли ЭИ материалларига нисбатан электр кўрсаткичлари пастроқдир. Бундан ташқари, саволлар ва сотволларнинг захарлилиги ва катталиги қўллаш имкониятини бироз чеклаб қўяди.

Синов саволлари:

1. Нефтли электроизоляциин мойларнинг ўзига хос камчиликларни тушунтиринг.
2. Синтетик суюқ диэлектриклар қайси гуруҳларга бўлинади.
3. Пентахлордефинил деганда нима тушунилади.
4. Саволнинг асосий афзалликлари нимадан иборат
5. Совтол асосий электр тавсифномаларни тушунтиринг
6. Гексолнинг асосий электр тавсифномаларга тушунтиринг.

Таянч иборалар:

Мой, идиш, металл, пластмасс, резина, оксидланиш, инертгаз, азот, намлик, хаво, сув, вакуум, филтр, пресс, картон, капилляр, чакнаш, температура, диэлектрик, хлор, атом, изоляцион когоз.

КРЕМНИЙ ОРГАНИК СУЮК ДИЭЛЕКТРИКЛАР

Режа:

1. Полиэтилсилоксан суюклиги (ПЭС)
2. Полиметилсилоксан суюклиги (ПМС)
3. Кремнийорганик суюк диэлектриклар
4. Мойларнинг электр мустакамлиги

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Сожин Б.М. Электропроводность полимеров М.Л. Химия 1965
2. Аптов И.С. Хомяков М.В. Уход за изоляционным маслом М. Энергия 1978 г.
3. Корицкий 10 В. Электро технические материалы М. Энергия 1968

Бундай диэлектриклар гурухига икки суюклик киради:

1. Полиэтилсилоксан суюклиги (ПЭС)
2. Полиметилсилоксан суюклиги. (ПМС).

Уларнинг котиш температураси нихоятда кичик (-60°C), оксидлашга нихоятда чидамли ва нисбатан каттарок электр курсаткичларига эга.

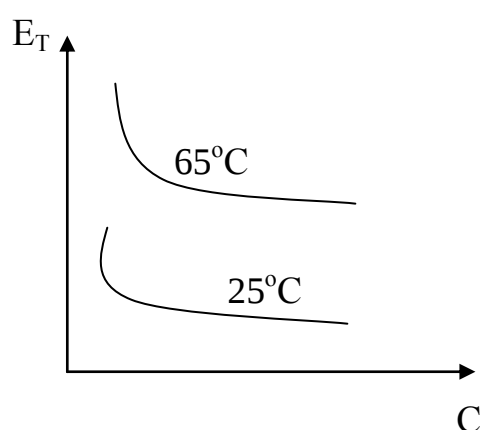
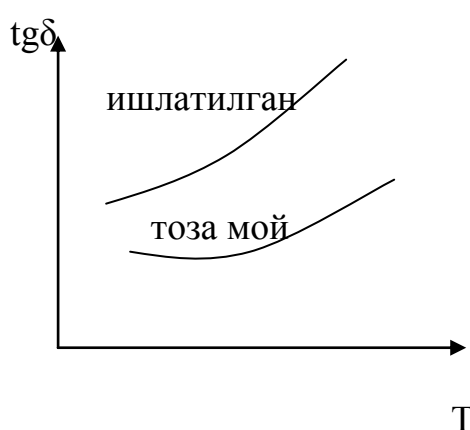
Уларнинг асосий электр курсаткичлари куйидагилардан иборат:

Характеристика	ПЭС	ПМС	
		ПМС-10	ПМС-50
ρ , Z/cm^3	0.960	0.942	0.974
η , m^2/s	$8 \cdot 10^{-5}$	$1.1 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$
$T_{\text{чақнаш}}$	150	172	220
$T_{\text{қотиш}}$	-60	-65	-65

$\rho_v, \text{Om} \cdot \text{m}$	10^{12}	10^{12}	10^{12}
ε	2.5	2.6	2.7
$\text{tg } \delta$	0.0002	0.002	0.002
$E_T \text{ MB/m}$	18	15	15

Кремнийорганик суюқ диэлектриклар захарли эмас, улар буғининг аниқлаш температураси катта, паст температураларда қотади, аммо уларнинг нархи баланд. Шунинг учун, уларнинг қўллаш сохалари бироз чекланган. Улар асосан паст қувватли трансформаторда, пленкали ва қоғозли конденсаторларда ЭИ материал сифатида қўлланилади.

Мойларнинг электр мустахкамлиги (1-расм) намлик даражасига боғлиқ тангенс бурчаги исрофлар эса, температурага боғлиқ(2-расм).



СИНОВ САВОЛЛАРИ.

1. Кремний органик суюқ диэлектриклар неча гурухга бўлинади.
2. Кремнийорганик суюқ диэлектриклар асосан қаерларда ишлатилади.
3. Мойларнинг электр мустахкамлилигини намлик даражасига боғлиқлик ва бурчаги остидаги исрофларни температура боғлиқлигини тушунтиринг.

4. Кремнийорганик суюқ диэлектриги уларнинг қотиш температураси неча градусга оксидланиши ва чидамлилигини тушунтиринг.
5. Уларнинг асосий электр кўрсаткичлари нималардан иборат.

Таянч иборалар:

Диэлектрик, полиэтилсилоксан, полиметилсилоксан, оксид, суюқ диэлектрик, плёнка, когоз, конденсатор, мустахкамлик, температура.

ҚАТТИҚ ДИЭЛЕКТРИКЛАР ВА УЛАРНИНГ СИНФЛАРГА БЎЛИНИШИ

Режа:

1. Пластмассада тайёрланган барча материаллар
2. Резиналар (лок ва бўёқлар электроизоляция материаллар сифатида)
3. Шиша
4. Сопол
5. Қоғоз, картон, фибра ва бошқалар

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Кайков С.Н., Цикин А.Н. Электрические строение тверда диэлектриков Л.Энергия
2. Васильев Н.П. Лабораторнқе работқ по электроматериално-ведения М.Высшая школа 1987 г.
3. Сажин Б.И. Электропроводность полимеров М.Л.Химия 1965

Асосан каттик диэлектриклар гурухига куйидагилар киради:

- 1.Пластмасада тайёрланган барча материаллар
- 2.Резиналар (лок ва бўёқлар эликтризоляция материаллар сифатида)
- 3.Шиша
- 4.Сопол
- 5.Коғоз, картон, фибра ва б.

Пластмассалар ва умуман полимерлар икки усулда сунъий равишда хосил қилинади:

1. Полимеризация

2. Поликонденсация

1. Пластмассалар

Пластмассалар – бу полимерлар бўлиб, уларда керакли хоссаларни шакллантириш учун тўлдиргичлар, пластификатор (юшматгич)лар, стабилизаторлар, ранглар ва б. киритилган бўлади.

Пластмассалар одатда икки хил: термопластик ва термореактив пластмассалар бўлади.

Термопластлар – полимерлар бўлиб, уларни киздирилганда кимёвий кундаланг алоқалар вужудга келмайди, ҳар бир полимерга хос бўлган температурада қўп маротаба юмшаб, каттик ҳолатдан пластик ҳолатга ўтади ва қўлип шаклини олади, осонгина деформацияланади, эритувчи суюқликлари таъсирида (юқори температураларда) осон эрийди. ПЭ, ПП, ПС, ПВХ, ПММА, ПА, фторопласт ва б. термопластик полимерлардир. Улардан нафақат пленка ва тунукалар, балки геометрик андозалари катта бўлган э лектротехник материаллари яратилади.

Термореактив полимерлар - бу шундай полимерларки, уларни тайёр шаклда киздирилганда юмшаш қобилиятига эга эмаслар. Яъни киздирилганда каттик ҳолатга ўтиб, эгилувчанлик ва эрувчанлик хусусиятларини йўқотади. Фенолоформальдегид катронлари (резол ва новолак), шунингдек, полиэфир ва эпоксид катронлари термореактив полимерлардир. Улар асосан поликонденсация реакциялари йўли билан хосил қилинади.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, поликонденсация реакциялари натижасида олинган диэлектрикларнинг электроизоляция хоссалари

полимеризация реакциялари орқали олинган диэлектриклар (ПЭ, ПП, ПС, ПВХ, ва б)га нисбатан патсроқдир. Бунинг асосий сабаби шундаки, поликонденсация реакциялари орқали олинган диэлектрикларда ҳамма вақт кўшимча моддалар (сув, кислота, газлар) булиб, улар ионларга бўлиниб, материалнинг электр ўтказувчанлигини ортишига сабаб бўлади.

Кизишга чидамли пластмассалар гурухига фторопласт – 4 ва полимидлар киради.

2. Алоҳида гурухни резиналар, лаклар ва буёклар ташкил этади. Купинча улар электроизоляцияцион материаллар сифатида кенг кулланилади.

3. Шиша, сопол, картон, фибра, коғоз алоҳида каттик диэлектриклар гурухини ташкил этадилар.

Каттик диэлектриклар узларининг электр ўтказувчанликлари буйича куйидаги гурухларга булинадилар.

1. Электрон ўтказувчанликка эга бўлган материаллар. Бу гурухга ўтказгичлар (металлар ва уларнинг қотишмалари), яримўтказгичлар ва бошқалар киради.

2. Ион ўтказувчанликка эга бўлган материаллар. Бу гурухга шиша, сопол ва бошқалар киради.

Синов саволлар:

1. Каттик диэлектриклар неча гурухга бўлинади?
2. Пластмассалар ва умуман полимерлар қайси усулда сунъий равишда ҳосил қилинади?
3. Пластмассалар неча хил бўлади?
4. Қандай полимерлар термореактив полимерлар ҳисобланади?
5. Поликанденсация реакциялари натижасида олинган диэлектрикларнинг электроизоляцияцион хоссаларини тушунтиринг
6. Қизиқишга чидамлиликл пластмассалар гурухига нималар киради?

7. Қаттиқ диэлектриклар ўзларининг электр ўтказувчанлик бўйича қайси гуруҳларга бўлинади?
8. Электрон ўтказувчанликка эга бўлган материаллар буларга нималар киради?
9. Ион ўтказувчанликка эга бўлган материалларга нималар киради?

Таянч иборалар:

Қаттиқ диэлектрик, пластмасса, резина, шиша, сопол, картон, полимеризация, поликонденсация.

ДИЭЛЕКТРИКЛАРНИНГ ҚУТБЛАНИШИ. ДИЭЛЕКТРИК ҚУТБЛАНИШИНИНГ АСОСИЙ ТУРЛАРИ.

Режа:

1. Диэлектрик қутбланиш
2. Диэлектрикларда электр майдони
3. Диполлар
4. Диэлектрик қутбланишнинг асосий турлари
5. Электрон қутбланиш
6. Ионли қутбланиш

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Багародецкий Н.П. Пасынков В.В. тареев Б.М.
Электротехнические материалы Л.Энергия 1977 г.
2. Койков С.Н. Цикина Н. Электрическое строение твердых
диэлектриков Л.Энергия 1968
3. Камолов Ш.М.Ахмедов А.Ш. Электротехнические материалы
Т.Ўқитувчи 1968 г.

Кучланиш U таъсирида диэлектрик ичида бир-бирига боғланган электр зарядларнинг тартибга келиниши қутбланиш дейилади.

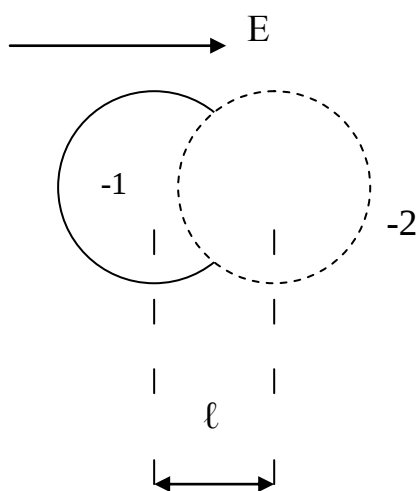
Агар конденсаторга ўзгармас U берилса, унинг электродларида қарама-қарши зарядлар пайдо бўлиб, диэлектрикда электр майдонни ҳосил қилади (1-расм).

Электр майдони таъсирида атомдаги электронлар ўзларининг ядроларига нисбатан силжийдилар. Натижада электронлар мусбат зарядлар билан боғланиб, жуфт зарядлар ҳосил қиладилар.

Бир-биридан 1 масофада жойлашган бундай жуфт зарядлар электр бикр диполлар дейлади (2-расм).

Диполнинг электр моменти μ силжиган электронларнинг заряди q ва уларнинг ядроларига нисбатан масофалари 1 кўпайтмасига тенг:

$$\mu = q \cdot l$$



Бирлиги: $[\mu] = [Кл.м]$

1Д (дебай) $=3,333 \cdot 10^{-30}$ Кл·м

1-электрон кобик

2-электр майдон таъсирида
силжиган электр кобик.

Демак, электр майдони таъсирида диэлектриклардаги атомлар диполларга айланади. Диполлар эса, атомлардаги электронларнинг силжигани натижасида пайдо бўлади.

Шуни алохида таъкидлаш керакки, диэлектрикнинг қутбланганлиги ёки қутбланмаганлиги унинг агрегат ҳолатига боғлиқ эмас. Бунинг маъноси шундан иборатки, диэлектрик газсимон, суюқ ёки қаттиқ ҳолатларда бўлмасин, у қутбланган ёки қутбланмаган бўлиши мумкин.

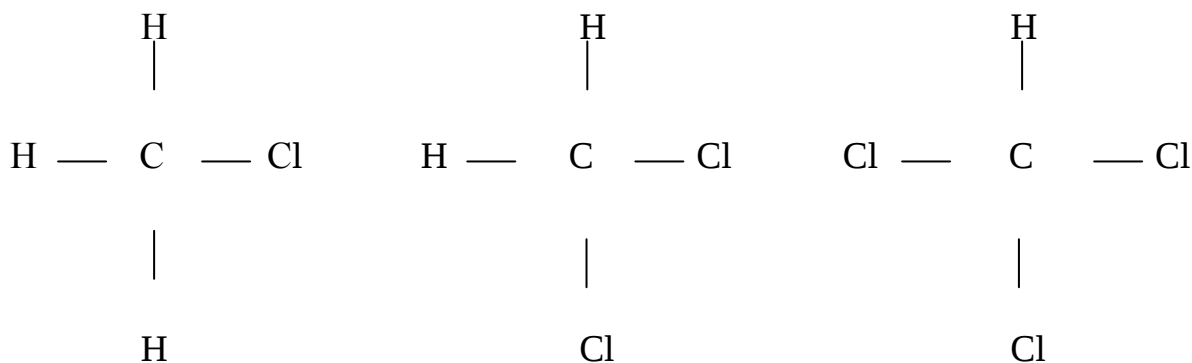
Турли хил моддаларнинг молекулаларидаги зарядларнинг фазовий жойлашуви ҳар хил бўлиши мумкин. Агар молекулаларнинг барча мусбат ва манфий зарядларини битта умумий мусбат ва битта умумий манфий

заряд билан алмаштирсак, мос равишда мусбат ва манфий зарядларнинг оғирлик марказларида жойлашган мазкур зарядлар фазода бир-бирига мос тушиши ёки тушмаслиги мумкин.

Агар диэлектрик молекулаларнинг зарядлари бир-бирига мос тушса (яъни уларнинг оғирлик марказлари симметрик жойлашган бўлса), бундай молекулалар қутбланмаган ва бундай молекулалардан ташкил топган диэлектриклар қутбланмаган диэлектриклар дейилади. Масалан, бир атомли молекулалар (гелий (He), Неон (Ne), криптон (Kr), ксенон (Xe)) ва икки атомли гомеокутбли боғланишли молекулалар (водород (H_2), кислород (O_2), хлор (Cl_2), азот (N_2) этилен (C_2H_4)) қутбсиздир. Қутбсиз боғланишли диэлектрикларга парафин, ПЭ, ПП, фторпласт, ПС, полиизобутилен, эскапон, нефтли изоляция мойи ва б. киради. Тетраформ (CCl_4) бензол (C_6H_6), толуол (C_7H_8), олтингугурт, олмос ҳам қутбсиз диэлектриклар хисобланади.

Қутбсиз молекулаларда дипол елкаси $\mu=0$ бўлгани учун молекуланинг дипол моменти $\mu=0$ бўлади. Демак, CCl_4 ва CH_4 учун $\mu=0$ бўлади.

Агар диэлектрикдаги молекулаларнинг оғирлик марказлари носимметрик жойлашган бўлса, бундай молекулалар қутбланган ва улардан ташкил топган диэлектриклар қутбланган диэлектриклар дейилади. Масалан, аммиак (NH_3), хлороформ ($CHCl_3$) сув, натрий хлор ($NaCl$), хлорли метилен (CH_2Cl), ПВХ, целлюлоза ва унинг махсулотлари, фенолформальдегид ва эноксид катронлари б. қутбланган диэлектриклар хисобланади.



Хлорли метил
 $\mu=3\cdot 10^{-30}$ Кл·м

Икки хлорли метилен
 $\mu=5,1\cdot 10^{-30}$ Кл·м

Хлороформ
 $\mu=6,2\cdot 10^{-30}$ Кл·м

Шуни алохида таъкидлаш керакки, ион боғланишли молекулалар кутбли боғланишлар қаторига киради.

Диэлектрик кутбланишининг асосий турлари.

Диэлектрикда кузатиладиган кутбланиш асосан 2 турга булинади:

1. Электр майдони таъсирида жуда тез содир буладиган кутбланиш. Кутбланишнинг бу тури электрон - ион тури дейилади. Бу турдаги кутбланиш нихоятда тез утади. Шунинг учун диэлектрикда электр энергияси сарфланмайди.
2. Электр майдони таъсирида диэлектрикда секин утиб ҳамда секин пасаядиган (релаксация) кутбланишлар. Бунда кутбланиш аста-секин содир булиб, диэлектрик кизийди ва натижада энергия сарфланади.

Электрон кутбланиш.

Кутбланишнинг бу тури атомдаги электрон ёки ион кобигининг силжиши натижасида содир булиб, катта тезликда (10-15 с) кечади ва киймат жихатидан ёругликнинг сингдириш курсаткичи квадратига (n^2) тенгдир.

Агар конденсатор манбадан ажратилса, электрон кобиги силжиши натижасида пайдо булган диполлар уша захотиёк йуколади ва агар манбага уланса, бир лахзада пайдо булади. Шунинг учун бундай диполлар бикр диполлар дейилади ва уларнинг пайдо булиш жараёни электрон кутбланиш дейилади.

Электрон кутбланиш барча диэлектрикларда кузатилади. Диэлектрикдаги атом ва электронлар мусбат электрод (анод) томон силжийди.

Кутбсиз суюк (тетраформ, бензол, толуол) ва каттик диэлектриклар (олмос, парафин, ПЭ, ПП, ПС ва б)да кутбланиш суст кечади. Улар учун ϵ киймати $2 \div 2,5$ атрофида булади ва у майдон кучланганликка (ϵ) боглик булмайди, чунки электр силжиш (D) майдон кучланганликка E га мос равишда узгаради. E ортиши билан D пропорционал равишда ортиб боради. Аммо ϵ температура ортиши билан камайиб боради, чунки диэлектрикнинг зичлиги камаяди, хажм бирлигидаги атомлар сони камайиб, кутбланиш сусаяди.

Электрон кутбланишда электр энергияси сарф булмайди. Бундай кутбланиш нефть мойларида ва каттик диэлектриклар (ПЭ, ПП, ПС ва б) кузатилади.

Ионли кутбланиш.

Кристалл панжарали каттик жисмларда буш боғланган ионлар булади. Бу ионларнинг силжиши натижасида ионли кутбланиш руй беради.

Ионли кутбланиш электрон кутбланишга нисбатан кучлироқ кечади ва ϵ нинг киймати $5 \div 30$ оралигида булади. Улчами жихатидан ион электронга нисбатан каттадир. Шунинг учун ионли кутбланишининг тезлиги паст ($\tau = 10^{-3}$ с) булади. Электр силжиш (D) ҳам, ϵ ҳам E га боглик булмайди. Аммо T ортиши билан панжарадаги ионлар орасидаги масофа ортиб, узаро тортишиш кучи пасаяди ва натижада ион кутбланиши кучаяди. Шунинг учун ионли диэлектрикларда (масалан, слюда, KCl, сопол ва б) ларда T ортиши билан ϵ усиб боради.

Шуни ёдда тутиш керакки, ион кутбланишида энергия исрофи кузатилмайди, чунки кутбланишга сарфланадиган энергия манбага тулик узатилади. Факат юкори частоталарда ионларнинг резонанси хисобига материалларда электр энергия исрофи кузатилади.

Синов саволлари:

1. Диэлектрикларда электр майдони қандай ҳосил бўлади?
2. Диполлар қайси ҳолатларда диэлектриклар қутбланган ёки қутбланмаган бўлиши мумкин?
3. Қандай диэлектриклар қутбланмаган диэлектриклар дейилади?
4. Молекулаларнинг дипол моменти нимага тенг?
5. Диэлектрикларда қузатилган қутбланиш неча турга бўлинади?
6. Электрон қутбланиш пайдо бўлиши жараёнини тушунтиринг.
7. Ионли қутбланишни электрон қутбланишга нисбатан фарқини тушунтиринг.

Таянч иборалар:

Кучланиш, диэлектрик, заряд, конденсатор, электрод, электр майдон, электрон, ядро, электрон қобик, агрегат, газсимон қутбланган, қутбланмаган, молекула, криптон, ксенон, гомео қутбли боғланиш, дипол моменти, аммиак, хлороформ, натрий хлор, фенол, формалдегид, эноксид катрон, релаксация, қутбланиш.

Маъруза-12.

ДИПОЛ РЕЛАКСАЦИЯ ҚУТБЛАНИШ. ЭЛЕКТРОН РЕЛАКСАЦИЯ ҚУТБЛАНИШ

Режа:

1. Дипол релаксация қутбланиш
2. Ион – релаксация қутбланиш
3. Электрон – релаксация қутбланиш
4. Миграцион қутбланиш
5. Ўз-ўзидан (спонтан) қутбланиш

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Корицкий Ю.В. Электротехнические материалы. М.1968г.
2. Камолов Ш.М., Ахмедов А.Ш. Электротехника материаллариТ. Укитувчи 1994 г.
3. Никулин Н.В. Электроматериала ведение М.Высшая школа 1989

Дипол релаксация қутбланиш

Бу қутбланиш тури бетартиб иссиқлик харакатида бўлган заррачалар (дипол молекулалари) электр майдони таъсирида ўз йўналишларини ўзгартириш хисобига рўй беради.

Агар молекуляр кучлар диполларнинг майдон узра йўналиш олишига халақит бермаса, у холда дипол қутбланиш содир бўлади.

Юқорида айтганимиздек, қутбли диэлектриклар (ПВХ, ПП, ПЭ, NaCl, аммиак, хлороформ, полиэфир ва эпоксид катронлари ва б) да дипол молекулаларининг мусбат ва манфий зарядларининг оғирлик марказлари бир-бирига мос келмай, балки молекула чеккасига силжиган холда электр моменти хосил қилади:

$$\mu = q \cdot l$$

Электр майдонида унинг манфий чекка қисми мусбат қопламага, мусбат қисми эса манфий қоплама томон бурилишга интилади. Бурилиш пайтида дипол маълум қаршиликка учрайди ва уни енгиш учун энергия сарф этади.

Дипол қутбланиш анча секин ($\tau = 10^{-6} - 10^{-8}$ с) кечиши сабабли радио тўлқинида ($f = 10^6 - 10^8$ Гц) майдон ўзгариши қутбланиш вақтига яқинлашиб қолади. Натижада юқори частотада дипол молекулалар майдон йўналишининг ўзгаришига улгуролмай қолади ва қутбланиш сусайиб ϵ қиймати пасаяди.

Шуни алоҳида таъкидлаш жоизки, дипол қутбланиш газлар (аммиак, хлороформ ва б), суюқликлар (сув, моноклорбензол ва б) ва баъзи органик қаттиқ диэлектриклар (ПЭ, ПП, ПС ва б) га хосдир.

Майдон кучланганлиги узилганда диполнинг иссиқлик ҳаракати таъсирида тартибли сусайиш вақти релаксация вақти деб аталади.

Қутбли диэлектрикларда (совол, ПВХ, эпоксид қатронлар ва б) Т ортиши билан ϵ қийматининг ўзгариши 2-расмда кўрсатилган. Расмдан кўринадики, паст Т ларда ϵ ўзгармасдир. Бунинг сабаби шундаки, паст температураларда жисмнинг ички ишқаланиши (қовушқоқлиги) нихоятда кучли бўлиб, диполлар ҳаракатсиз бўлади. Аммо температура ортиши билан, материал юмшаб, унинг ички ишқаланиши сусаяди, натижада дипол бурилиши енгиллашади ва ϵ ортиб боради.

Юқори температурада эса диполнинг аниқ йўналиш олиши қийинлашади, чунки зарраларнинг бетартиб иссиқлик ҳаракатининг ортиши ҳалал беради ва ϵ қиймати камаяди.

Ион-релаксация қутбланиши.

Бу қутбланиш тури баъзи аноорганик моддалари (масалан, NaCl ва б)да кузатилади. Кристалл панжарада ўзаро бўш боғланган ионлар ташқи

электр майдон таъсирида аниқ йўналиш олади. Агар диэлектрикдан электр майдон олинса, қутбланиш экспоненциал равишда пасаяди.

Электрон – релаксация қутбланиши

Бу қутбланиш тури катта ички майдонга эга бўлган диэлектриклар учун хос бўлиб, қўшимча электрон ёки тешикларни иссиқлик энергияси билан таъсирлантириш орқали юзага келади. Бу турдаги қутбланиш металл оксиди бўлган баъзи кимёвий бирикмалар (титан, ниобий, висмут)га хосдир. Таркибида титан бўлган электрон релаксация қутбланишли сополда электр майдон частотаси ортиши билан ε камаяди.

Миграцион қутбланиш

Бу қутбланиш тури қутбланишнинг қўшимча механизми сифатида таркиби бир жинсли бўлмаган қаттиқ жисмларда рўй беради. Бу қутбланиш паст частоталарда юзага келади ва электр энергияси кўпроқ сарфланади. Бундай қутбланишни келиб чиқиш омиллари техник диэлектриклардаги ўтказувчи ва ярим ўтказувчи қисмлар ҳамда турли ўтказувчанликка эга бўлган қатламлардир.

Ўз-ўзидан (Спонтан) қутбланиш.

Қутбланишнинг бу тури сегнетоэлектрикларга хос бўлиб, биринчи маротаба у сегнет тузи ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) да кузатилади.

Ташқи майдон бўлмаганда сегнетоэлектрикнинг маълум қисмида диполлар ўз-ўзидан бир-бирига нисбатан мослашиб, аниқ йўналиш олади. Ўз-ўзидан қутбланувчи моддаларнинг алохида сохаларида (доменларида) электр моменти йўналиши турлича бўлади. Ташқи майдон таъсирида доменларнинг электр моменти майдон йўналишига мослашади ва натижада кучли қутбланиш содир бўлади.

Сегнетоэлектрикнинг диэлектрик сингдирувчанлиги нихоятда юқори ($\epsilon = 500 \div 2000$) бўлиб, ϵ майдон кучланганлиги ва температурага кучли боғлиқдир.

Диэлектрик гистрезис сегнетоэлектрикнинг характерли хусусиятларидан биридир. Кюри нуқтасига мос T да доменли қутбланиш кузатилади ва у электр майдон кучланганлигида нозизиқли боғланишга эга бўлади. Ташқи майдон кучланганлигининг маълум қийматидан бошлаб, туйиниш рўй беради, қутбланиш ўзгармай қолади. Аксинча, майдон таъсири пасайтирилганда у ордината ўқини кесиб ўтади, $E=0$ булганда эса, жисм қутбланиши маълум қийматга пасаяди. Шунинг учун ўз-ўзидан қутбланиш жараёнида диэлектрикнинг ϵ электр майдон кучланганлигига боғлиқ бўлади.

Алохида таъкидлаш керакки, Кюри температурасида юқори доменли қутбланиш кузатилади ва диэлектрикнинг ϵ катта бўлади, жисмда тизим ўзгариши рўй беради. Кюри температурасидан юқори бўлган температураларда материал ўзининг сегнетоэлектрикли хусусиятини, яъни электр ёки магнит майдонига бўлган боғлиқлигини йўқотади.

Диэлектрик сингдирувчанлик кескин ўзгариши Кюри температурасида содир бўлади, чунки бу ҳолатда сегнетоэлектрикларда электр эскириш кузатилади.

Агар сегнетоэлектрик Кюри нуқтасигача қизитилиб, сўнгра кескин совитилса, унинг ϵ асл қийматига қайтади.

Амалда диэлектрик сингдирувчанликни тиклаш учун сегнетоэлектрикка юқори кучланишли электр майдони таъсир эттирилади.

Синов саволлари:

1. Дипол молекулалари қай турда рўй беради?
2. Дипол релаксация қутбланишда электр моменти ҳосил бўлишини тушунтиринг.

3. Ион релаксация қутбланиш қайси анорганик моддаларда кузатилади?
4. Электрон – релаксация қутбланиши.
5. Миграцион қутбланишнинг келиб чиқиш омилларини тушунтириб беринг.
6. Ўз-ўзидан (спонтан) қутбланиш қайси қутбланиш турига кузатилади?
7. Кюри температурасида юқори доменли қутбланишни кузатилишини тушунтиринг.

Таянч иборалар:

Дипол молекула, қутбли диэлектрик, аммиак, хлороформ, полиэфир, эпоксид катрон, молекула, электр момент, қутбли газ, суюклик, моноклор-бензол, каттик диэлектрик, майдон кучланганлик, ишқаланиш, температура, анорганик модда, кристалл панжара, кушимча электрон, кимёвий бирикма.

ҚАТТИҚ ДИЭЛЕКТРИКЛАРНИНГ ЭЛЕКТР ЎТКАЗУВЧАНЛИГИ

Режа:

1. Диэлектрикларда электр ўтказувчанлик
2. Диэлектрикларда солиштира қаршилик
3. Ион структурали диэлектрикни электр ўтказувчанлиги
4. Полимерларда солиштира электр ўтказувчанлик

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Сахиен Б.И., Электропроводность полимеров м-л Химия 1965 г.
2. Васильев Н.Г., Лабораторные работы по электроматериаловедению М.Высшая школа.1987г.
3. Справочник по электротехническим материалам под редакцией Ю.В.Корникова.Пасынкова Б.М.Тареева Л. Энергия 1974г.

Маълумки, жисмларда электр зарядларининг тартибли харакати электр токини хосил қилади. Зарядларнинг тартибли харакати эса, электр майдон кучланганлиги E таъсирида вужудга келади. Диэлектрикда электр ўтказувчанлик унинг таркибидаги эркин зарядлар хисобига содир бўлади.

Хажм бирлигида n та заряд элтувчиси бўлган ва заряд қиймати q га тенг бўлган диэлектрикка ташқи электр майдони таъсир эттирилса, шу майдон таъсирида заряд куч чизиқлари йўналишида маълум тезлик олади. Жисмнинг кўндаланг юзасидан вақт бирлигида ўтадиган электр микдори, яъни ток зичлиги

$$j = nqv \quad (1)$$

$$j = \frac{E}{\rho} \quad (2)$$

Аммо

$$\rho = \frac{1}{\delta}$$

$$j = E \cdot \delta \quad (3)$$

Бу ерда ρ - солиштирма электр қаршилиги, [Ом·м]

δ - солиштирма электр ўтказувчанлик [см/м]

Одатда, диэлектрик оз бўлсада маълум миқдордаги электр токини ўзидан барибир ўтказди. Бу эса эркин заряд элтувчилар мавжудлиги билан тушунтирилади.

Изоляция материали одатда жуда катта солиштирма қаршиликка эга бўлади. ρ қиймати қанча юқори бўлса, диэлектрикдан шунча кам миқдорда электр токи ўтади. Бундай хоссага эга бўлган диэлектриклар (хусусан, шиша, сопол, пластмассалар ва резиналар) юқори сифатли хисобланади.

Аввалги маърузаларимизда айтиб ўтганимиздек, диэлектрикларда икки хил солиштирма қаршиликларни фарқ қилиш керак:

1. Диэлектрикнинг солиштирма юза қаршлиги ρ_s
2. Диэлектрикнинг солиштирма хажмий қаршилиги ρ_v

Диэлектрикнинг солиштирма хажмий қаршилиги ρ_v ни аниқлаш учун электродлар қарама-қарши юзаларга ўрнатилиб, электр токи намунанинг хажми бўйича ўтказилади ва қуйидаги формула билан хисобланади:

$$R = \rho \cdot \frac{h}{S} \quad (4)$$

Бу ерда ρ – диэлектрикнинг солиштирма қаршилиги, [Ом·м]; h – диэлектрикнинг узунлиги [м]; S – унинг кўндаланг кесим юзаси [м]. Демак R нинг ўлчов бирлиги [Ом] бўлади.

Диэлектрикнинг юза қаршилигини аниқлашда эса, ҳар иккала электродлар намунанинг бир юзасига ўрнатилади ва қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\rho = R \frac{h}{S} \quad (5)$$

Ўлчов бирлиги: $[\rho] = [\text{Ом} \cdot \text{м}]$

Диэлектрикда ўзгармас U уланганда маълум вақт (тахминан 1 мин.) ўтгандан сўнг, ток ўзининг кандайдир ўзгармас қийматига эришади. Бу токни ички ток ($I_{\text{ич}}$) дейилади.

Диэлектрикнинг қаршилиги (R):

$$R = \frac{U}{I_{\text{ич}}} \quad (6)$$

Диэлектрикнинг электр ўтказувчанлиги (δ):

$$\delta = \frac{1}{R} = \frac{I_{\text{ич}}}{U} \quad (7)$$

Диэлектрик сирти бўйлаб ўтадиган токни сирт токи деб аталади. Демак, диэлектрикдан ўтадиган умумий ток (I) унинг ҳажмий токи (I) ва сирт токининг (I_s) йиғиндисига тенг бўлади:

$$I = I + I_s \quad (8)$$

$$I = U \cdot \delta = \frac{U}{R} \quad (9)$$

$$I_s = U \delta_s = \frac{U}{R_s} \quad (10)$$

$$\delta_{ум} = \delta + \delta_s \quad (11)$$

$$\frac{1}{R_{ум}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_s} \quad R_{ум} = \frac{R \cdot R_s}{R + R_s} \quad (12)$$

Яъни диэлектрикнинг умумий қаршилиги ($R_{ум}$) бир-бирига параллел уланган хажмий (R) ва юза (R_s) қаршиликлар йиғиндисидан иборат бўлади.

Шуни алохида таъкидлаш керакки, электр ўтказувчанлик жисмнинг агрегат ҳолатлари (газ, суюқ, қаттиқ)га, унга таъсир этувчи кучланиш тури ва миқдorigа, температурага, муҳитнинг намлигига боғлиқ бўлади.

Ўзгарувчан электр майдони таъсиридаги диэлектрикдан ўтувчи ток ички ва абсорбция токлари йиғиндисидан ташкил топади.

Агар диэлектрик ўзгармас кучланиш таъсирида бўлса, ундан фақат ички ток ($I_{ич}$) ўтади. Абсорбция токи ($I_{абс}$) фақат кучланишни улаш ёки узиш пайтида кузатилади.

Сифати паст диэлектрикларда $\rho = 10^6 - 10^8 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, юқори сифатли диэлектрикларда эса $\rho = 10^{14} - 10^{18} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ бўлиши мумкин.

Диэлектрикнинг солиштирма юза қаршилиги

$$\rho_s = R_s \cdot \frac{d}{l} \quad (13)$$

Бу ерда R_s – диэлектрикнинг юза қаршилиги [Ом];

d – электроднинг узунлиги [м]; 1-мазкур электродлар орасидаги масофа [м];

Ўлчов бирлиги:

$$[\rho_s] = [\text{Ом}].$$

ρ_s ёрдамида диэлектрикнинг солиштирма юза ўтказувчанлиги аниқланади:

$$\delta = \frac{1}{\rho_s} \quad (14)$$

$$[\delta] = [1/\text{Ом}] = [\text{См}].$$

Қаттиқ диэлектрикларнинг тўлиқ электр ўтказувчанлиги унинг юза ва ҳажмий ўтказувчанликлари йиғиндисидан иборат бўлади.

Қаттиқ диэлектриклардаги электр ўтказувчанлик асосан улар таркибидаги ионлар ёки бошқа заррачаларнинг силжиши ҳисобига содир бўлади. Баъзи бир қаттиқ жисмларда эса, электр ўтказувчанликни эркин электронлар келтириб чиқаради. Кучли электр майдони таъсирида жисмда электронли электр ўтказувчанлик кузатилади.

Ион тузилишли диэлектрикларда (масалан NaCl) эса, электрутказувчанлик, асосан, иссиқлик ҳаракати таъсирида озод буладиган ионлар силжиши ҳисобига рўй беради. Паст температураларда кристалл панжарада бўш боғланган ионлар ёки қўшимчаларнинг ионлари силжийди.

Кристалл панжараси атом ёки молекулалардан ташкил топган диэлектрикларда эса, электр ўтказувчанлик қўшимчалар ҳисобига рўй беради. Таркибига қўшимча киритилган диэлектрикларнинг солиштирма

электр ўтказувчанлиги жуда кичик бўлади. Электр ўтказувчанлик жараёни заряд этувчиларнинг активация энергияси қийматига боғлиқ бўлади.

Диэлектриклардаги электронларнинг силжувчанлиги ионларнинг силжувчанлигидан анча юқори бўлади. Ион структурали диэлектрикнинг электр ўтказувчанлиги қуйидаги формула билан аниқланади:

$$\delta = A \exp \left(- \frac{W_0 + W_c}{kT} \right) = A \exp \left(- \frac{\epsilon}{T} \right) \quad (15)$$

Бу ерда W_0 – ионларни озод этиш энергияси; W_c – ионнинг силжиш энергияси; $K=1,38 \cdot 10^{-23}$ Ж/К – Больцман доимийси; $\epsilon = (W_0 + W_c) / K$ – коэффициент бўлиб, қаттиқ жисмларда $\epsilon = 10000-22000$ К га тенг бўлиши мумкин.

(15) дан хулоса шуки T ортиши билан, диссоциация ва силжиш энергиялари ортиб, солиштирма электр ўтказувчанлик кучли равишда ортади.

Кристалл панжараси ионлардан ташкил топган жисмларга электр ўтказувчанлик ион валентлигига боғлиқдир. Масалан, бир валентли ионли кристаллларнинг электр ўтказувчанлиги кўп валентли ионли кристалларга нисбатан юқори бўлади. NaCl кристаллининг электр ўтказувчанлиги MgO Al_2O_3 кристаллларнинг электр ўтказувчанлигига қараганда юқори бўлади.

Кристалларда электр ўтказувчанлик кристал ўқлари бўйича бир хил бўлмайди. Аморф жисмларда эса электр ўтказувчанлик турли йўналиш бўйича бир хил бўлади.

Полимерларда солиштирма электр ўтказувчанлик уларнинг полимерланиш ва вулканланиш даражаси билан аниқланади. Қутбсиз аморф полимер бўлган ПС, ПММА ва б.нинг солиштирма электр ўтказувчанлиги анча кичикдир. Шишанинг электр ўтказувчанлиги унинг кимёвий таркибига боғлиқдир. Шишанинг ишлов бериш технологик жараёнида унинг электр ўтказувчанлигини бошқариш мумкин. Масалан,

кварцли шишанинг электр ўтказувчанлиги нихоятда кичикдир. Агар унинг таркибига турли хил металл оксидлари киритилса, шишанинг электр ўтказувчанлиги бир мунча ўзгаради. Шиша таркибига Менделеев жадвалининг 1-гурухидаги ишқорли металл оксидлари киритилса, унинг солиштирама электр ўтказувчанлиги кескин ўсади ва бу ўсиш металл ионининг радиусига боғлиқ бўлади. Ион радиуси қанча кичик бўлса, солиштирама электр ўтказувчанлик қиймати шунча юқори бўлади.

Агар шиша таркибига оғир оксидлар (барий, қўрғошин оксидлари) киритилса, унинг солиштирама электр ўтказувчанлиги пасаяди. Қуйида баъзи шишаларнинг 20°C даги солиштирама хажмий қаршилиги келтирилган:

Натрий пероксиди $\rho = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}\cdot\text{м}$

Калий пероксиди $\rho = 8 \cdot 10^{-9} \text{ Ом}\cdot\text{м}$

Қўрғошинли шиша $\rho = 2 \cdot 10^{-10} \text{ Ом}\cdot\text{м}$

Ушбу тажрибавий фактлардан хулоса шуки, ρ қиймати катта бўлса, солиштирама электр ўтказувчанлик шунча кичики бўлади ва аксинча.

Таркибида шиша бўлган электротехника чиннисига барий оксиди киритилганда, диэлектрикнинг δ қиймати пасаяди. Ғовакли қаттиқ диэлектрикка оз миқдорда нам кириши натижасида унинг δ кескин ортади. Агар бундай диэлектрик (намланган) қурилса, унинг солиштирама қаршилиги кўтарилади, демак δ пасаяди.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, қиймати электр майдон кучланганлиги E га боғлиқдир. Агар E оширилса, кристал жисмларда электронли ток ҳосил бўлади ва натижада Ом қонуни бузилади.

Агар майдон $E=[10-100] \text{ МВ/м}$ дан юқори бўлса, δ ни E га боғлиқлиги қуйидаги формула билан ифодаланади.

$$\delta_E = \delta \exp \beta E \quad (16)$$

бу ерда δ - Ом қонуни бузилмайдиган сохага тегишли солиштирма электр ўтказувчанлик [См]; E -электр майдон кучланганлиги [МВ/м]; β – материални ифодаладиган коэффициент.

Агар E нинг қиймати материалнинг электр мустахкамлилигига яқинлашса, диэлектрикнинг δ_E қиймати Френкель формуласи орқали аниқланади.

$$\delta_E = \delta \exp(-\beta \sqrt{E}) \quad (17)$$

Шуни алохида таъкидлаш жоизки, электр майдони таъсирида бўлган диэлектриклар эскириш хусусиятига эга бўлиб, бунда материалнинг диэлектрик, механик ва б. хоссалари ёмонлашади. Сополда эса, бундай ўзгаришлар нихоятда кам бўлса ҳам аммо унда электр – кимёвий эскириш кузатилади. Бу жараён сополнинг кристалл панжарасидан кислород чикиб кетиши ва қийматида ионнинг иштироки билан тушунтирилади.

Синов саволлари:

1. Диэлектрикларда электр ўтказувчанлик содир бўлишини тушунтиринг.
2. Диэлектрикларда солиштирма қаршилиқ фарқи нима?
3. Диэлектрикларда солиштирма хажмий қаршилиқ қандай аниқланади?
4. Диэлектрикларда юза қаршилиқ қандай аниқланади?
5. Диэлектриклардан ўтадиган умумий ток қандай йиғиндиларга тенг бўлади?
6. Агар диэлектрик ўзгармас кучланиш таъсирида бўлса, Абсорбция токи қайси пайтда кузатилади?
7. Электронли электр ўтказувчанлик қайси электр майдон таъсирида кузатилади?
8. Ион тузилишли диэлектрикларда электр ўтказувчанлик нима хисобига рўй беради?

9. Ион структурали диэлектрикларнинг электр ўтказувчанлиги қайси формула билан аниқланади?

10. Полимерларда солиштирама электр ўтказувчанлик қай тарзда аниқланади?

Таянч иборалар:

Заряд, кучланганлик, диэлектрик, ўтказувчанлик, хажм, бирлик, куч, чизиклар, кундаланг юза, электр микдор, зичлик, каршилик, изоляция, материал, шиша, сопол, пластмасса, резина, электрод, солиштирама каршилик, сирт токи, абсорция токи, ион тузилиш, кристалл панжара, натрий пероксиди, калий пероксиди.

Маъруза 14.

Қаттиқ диэлектрикларга сирт (юза) орқали электр ўтказувчанлик.

Режа:

1. Қаттиқ диэлектрикларда сирт орқали электр ўтказувчанлик.
2. Диэлектрикнинг юза ва солиштирма қаршилиги .
3. Диэлектрикнинг намликка бўлган чидамлилиги.
4. Дипол қутбланувчи жисм.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Кайков С.Н. Цикина А.Н. электрическое строение твердых диэлектриков л энергия 1968.
2. Богородицкий Н.П. Пасенков В.В. Тареев Б.М. Электротехнические материалы. Л.Энергия 1977г.
3. Никулин Н.В. Электроматериаловедение М.Высшая школа 1989 г.

Маълумки, диэлектрик сиртига чанг ёки нам қатлами пайдо бўлиши мумкин. Натижада сирт орқали электр ўтказувчанлик содир бўлиб, унинг қиймати мазкур қатламлар қалинлиги билан аниқланади. Сувнинг δ қиймати юқори бўлганлиги сабабли ($\rho_s = 10^3 \div 10^4 \text{ Ом}\cdot\text{м}$) унинг диэлектрик юзасидаги жуда юпқа қатлами ҳам сирт орқали электр ўтказувчанликнинг сезиларли даражада ортишига олиб келади.

Диэлектрикнинг ρ_s аниқлаш учун халқа кўринишдаги иккита электроддан фойдаланиш мумкин.

Диэлектрикнинг юза қаршилиги R_s ва солиштирма юза қаршилиги ρ_s орасидаги боғланиш қуйидагича бўлади:

$$R_s = \frac{\rho_s}{2\pi} \cdot \ln \frac{r_2}{r_1} = \frac{\rho_s}{2\pi} \ln \frac{d_2}{d_1} \quad (1)$$

бу ерда r_1 , d_1 – биринчи ички халқа радиуси ва диаметри [М], r_2 , d_2 – иккинчи ташқи халқа радиуси ва диаметри [М].

Агар $r_2 - r_1 \ll r$ бўлса, юқоридаги (1) формулани қуйидаги курунишда ёзиш мумкин:

$$R_s = \frac{\rho_s (r_2 - r_1)}{\pi (r_1 + r_2)} = \frac{\rho_s (d_2 - d_1)}{\pi (d_1 + d_2)} \quad (2)$$

Агар атроф мухитнинг намлик даражаси юқори бўлса, бу қутбли диэлектрик (ПВХ, ПА, қатронлар ва б) ларнинг юза қаршилиги R_s ни туширади. Бу материалларда чанг қатлами яхши ўтиради ва бу қатламнинг тўйиниб намланиши R_s қийматини кескин камайтириб юборади.

Ҳовак диэлектрикларда намлик юза бўйича унинг хажмига сингиб, юзада қушимча сув пардаси ҳосил қилади ва бу унинг R_s қийматини пасайишига сабаб бўлади.

Шуни эътиборга олиш керакки, диэлектрикнинг ювиш, иссиқда тоблаш ва б. усуллар орқали унинг ρ_s кўтариш мумкин. Диэлектрик юзасини тозалаш усулларида бири унинг дистилланган сувда қайнатишдир. Диэлектрикнинг юзасини локлаш билан ҳам унинг ρ_s ошириш мумкин. Агар диэлектрик юзаси турли бирикма ва ифлосликлардан тозаланса, унинг R ошади ва бу қиймат намли мухитда кўп ўзгармайди.

Агар диэлектрик таркибида диссоциацияланадиган ионли қўшимчалар мавжуд бўлса, намлик таъсирида унинг ρ_s кескин пасаяди.

Маълумки, ҳаво таркибида маълум миқдорда сув буғи бўлади. Нормал шароитда ҳавонинг нисбий намлиги 65% ни ташкил этади. Диэлектрик сиртига ўтирган ёки сингиган намлик изоляция қаршилигини

кескин (10^6 мартагача) пасайтиради. Бу сувнинг паст солиштирама қаршилиги ($\rho \approx 10^{-3} - 10^{-4}$ Ом·м) билан тушунтирилади. Сув диэлектрикка сингиб бориши натижасида унинг таркибида эркин ионлар миқдори кўпаяди.

Диэлектриклар намликка бўлган чидамлилиги бўйича қуйидаги 3 турга бўлинади:

1. Нам сингдирадиган ёки намланадиган диэлектриклар. Бу гуруҳда ПА, ПВХ, эпоксид катронлари, қоғоз, картон матолар ва б. мисол бўла олади.

2. Нам сингдирмайдиган, лекин юзаси намланадиган. Бу гуруҳга диэлектриклар пластмассанинг бир қатор турлари, шиша ва б. мисол бўла олади.

3. Намланмайдиган ва нам сингдирмайдиган диэлектриклар.

Буларга мисол тариқасида парафин, фторопласт ва б. диэлектрикларни кўрсатиш мумкин.

Шуни эътиборга олиш керакки, диэлектрикларни бундай гуруҳларга бўлиниши шартли бўлиб, намланмайдиган диэлектриклар муҳандислик амалиётида учрамайди. Бундан ташқари, материалнинг ўзига нам сингдириш қобилияти кўпинча уларнинг таркибидаги макро, микро ёки субмикроскопик бўшлиқлар, ёришма ва тирқишларга боғлиқдир. Материал юзасининг намланиши изоляцион қутбланиш табиатига боғлиқдир. Ионли қутбланувчи жисм юзасида қарама-қарши ишорали ионлар жойлашиб, улар қутбли сув молекулаларини ўзига тортади ва изоляция юзасида бир неча молекулалар катламини ҳосил қилади.

Дипол қутбланувчи жисм юзасида зарядланган диполлар бетартиб жойлашиб, сувни ион қутбланувчи жисмларга нисбатан камроқ миқдорда ўзига сингдиради ёки юпқа қатлам ҳосил қилади. Фақатгина электрон қутбланишга эга нейтрал диэлектриклар (масалан, парафин) электр майдон иштирокисиз сув молекулаларини ўзига мутлақо тортмайди. Шу сабабли

ионли диэлектриклар сув билан яхши намланади, диполлиси нисбатан камроқ намланади, нейтрал диэлектрик эса умуман намланмайди.

Иссиқлик таъсирида диэлектрикда эркин ионлар кўпайиб, унинг ρ кескин пасаяди. Диэлектрикда ρ нинг T га нисбатан ўзгариши қуйидагича ифодаланиди:

$$\lg \rho_t = \lg \rho_{20^0} - \beta(t - 20^0 \text{ C}) \quad (3)$$

Анорганик материаллар (сопол, шиша ва б) учун $\beta \approx 0,01 \div 0,02$ органик материаллар (масалан, пластмассалар, резиналар) учун $\beta \approx 0,04$. Агар температура 15 дан 25^0C гача ўзгартирилса, ρ_s икки баробар ўзгаради. Агар T фарқи 100^0 C ρ_s қиймати 1000 марта ўзради. Шу сабабли юқори T га мўлжалланган диэлектрикларнинг ρ_s катта, иш T да эса, ундаги ток оқими кам бўлиши керак.

Бир тушунчани яхши эсга олиш керак: электр машина ва аппаратларининг изоляция қаршилиги деганда, сим изоляцияси ва шу жихоз қисмлари орасидаги қаршилик тушунилади. Изоляциянинг умумий солиштирма қаршилиги ва ички қаршиликлари йиғиндисидан иборат бўлади. Шу сабабли изоляция қаршлиги намлик ва T таъсирида ўзгаради. Мухандисдик амалиётида изоляция қаршилиги тайёр электр ускунасининг иш шароитида T ва намлик таъсирида текширилади. Диэлектрикда ρ қиймати материалнинг ўзгармас U таъсирида ишлаш қобилиятини ифодалайди. Унинг қиймати (ρ) канча юқори бўлса, изоляция шунча сифатли бўлади. Аммо диэлектрикнинг ўзгарувчан U да ишлаши ёки ишлай олмаслигини ифодалайди.

Синов саволлари:

1. Сирт орқали электр ўтказувчанликни содир бўлишини тушунтиринг.
2. Диэлектрик юза қаршилик R_s ва сорлиштирма қаршилик ρ_s орасидаги боғланишни тушунтиринг.

3. Ғовак диэлектрикларда юза қаршилик R_s қийматини пасайишига сабаб нима?
4. Диэлектриклар намликка чидамлилиқ неча турга бўлинади?
5. Дипол қутбланувчи жисм ион қутбланувчи жисмларга нисбатан қандай юпка қатлам ҳосил қилади?
6. Диэлектрикларда солиштира қаршилиги ρ температурага нисбатан ўзгариши қандай ифодаланади?
7. Электр машина ва аппаратларнинг изоляция қаршилигини тушунтиринг.

Таянч иборалар :

Диэлектрик сирт, чанг, нам қатлам, утказувчанлик, электрод, юза қаршилик, ички қалқа, ташқи қалқа, қутбли диэлектрик, ПВХ, ПА, катронлар, ғовак, диэлектрик, локлаш, изоляция, қаршилик, чидамлилиқ.

Маъруза 15.

Диэлектрикларда энергия исрофи.

Режа:

1. Диэлектрикларга энергиянинг таъсири
2. Сигим ва каршилиқ орасидаги муносабат.
3. Диэлектрик исроф коэффициенти

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Сахиен Б.И., Электропроводность полимеров м-л Химия 1965 г.
2. Васильев Н.Г., Лабораторные работы по электроматериаловедению М.Высшая школа.1987г.
3. Справочник по электротехническим материалам под редакции Ю.В.Корникова.Пасынкова Б.М.Тареева Л. Энергия 1974г.

Агар диэлектрик электр майдонида жойлаштирилса, у аста-секин кизий бошлайди, чунки таъсир этаётган энергиянинг бир қисми диэлектрикнинг кизишига сарф булади.

Мана шу кизишга сарф буладиган электр қуввати диэлектрикдаги исроф ёки диэлектрикдаги энергия сочилиши дейилади.

Диэлектрикдан ички ток утиши натижасида ундаги электр энергиясининг исрофи узгармас ва узгарувчан қучланиш таъсирида руй беради.

Агар диэлектрикда узгармас қучланиш берилса, унда даврий қутбланиш қузатилмайди. Шунинг учун диэлектрикдаги энергия исрофи унинг солиштирма юза ρ_s ва солиштирма ҳажмий ρ_v қаршилигига боғлиқ булади.

Агар диэлектрикка узгарувчан қучланиш берилса, унда ички тоқлардан ташқари қушимча сабаблар (қутбланиш) вужудга келиб, ундаги электр энергияси исрофи ортади.

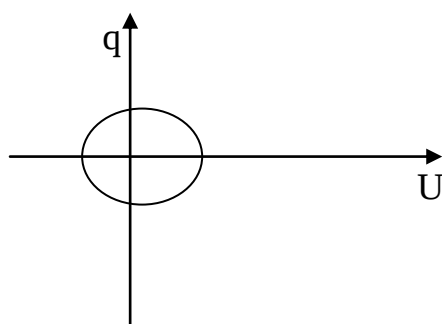
Электр майдонига жойлашган диэлектрикда сарфланадиган кувват микдорини аниклаш учун диэлектрикдаги исроф бурчаги ёки шу бурчак тангенсини $\operatorname{tg}\delta$ дан фойдаланилади.

Диэлектрик исроф бурчаги деб, сизимли занжирдаги кучланиш ва токнинг фазовий силжиш бурчагини 90° гача тулдирилган бурчакка айтилади.

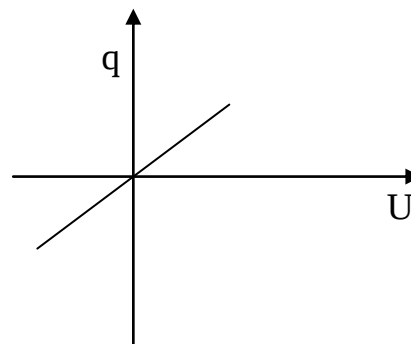
Идеал диэлектрикда ток вектори кучланиш векторидан роса 90° илгарилаб, бу векторлар орасидаги исроф бурчаги $\delta=0$ булади. Аксинча, диэлектрикда энергия исрофи канча катта булса, силжиш бурчаги шунча кичик ва δ бурчак ёки унинг функциясини $\operatorname{tg}\delta$ шунча катта булади.

Шуни эътиборга олиш керакки, жисмнинг агрегат ҳолати (газ, суюк ва каттик)га қараб ундаги диэлектрик исрофининг табиати турлича булади.

Агар диэлектрикдаги исроф кутбланиш туфайли руй берса, заряд q ва кучланиш орасидаги, боғланиш эллипс қуринишига эга булади (1-расм). Аксинча, бу исроф утказувчанлик туфайли содир булса, бу боғланиш чизикли узгаради (2-расм).



1-расм



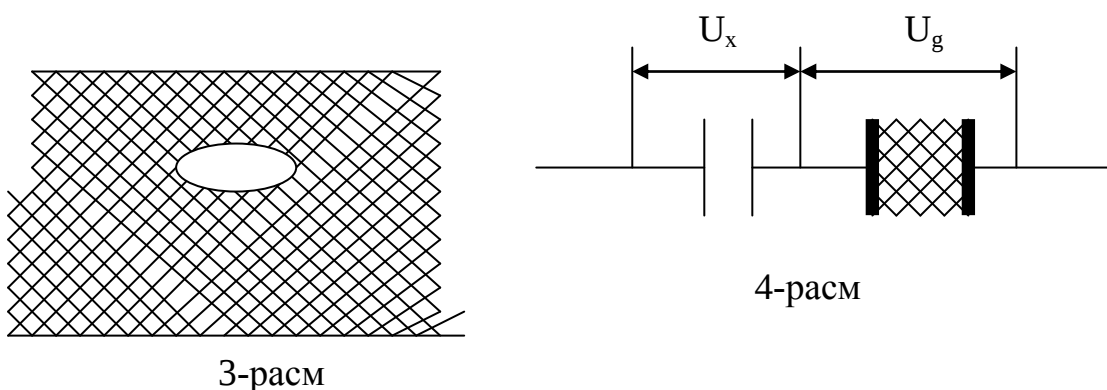
2-расм

Эллипс юзаси бир давр мобайнида диэлектрикда исроф булган энергия микдорига тугри келади. Электр майдон кучланганлигининг катта кийматида ёки юкори частотада содир буладиган исрофлар, диэлектрикда содир буладиган ионланиш хисобига руй беради.

Узгарувчан электр майдони таъсирида диполлар берилади, яъни диполлар кутбланади. Натижада ички ишқаланиш содир булиб, диэлектрикда кувват исрофи кузатилади.

Ионланиш пайтидаги исрофлар хавода ёки таркибида хаво бушликлари булган жисмларда (масалан, чини коғоз, пластмасса ва резиналарнинг баъзи бир турлари ва б.) орасидаги бушликларда содир булади.

Каттик диэлектрик ичидаги хаво бушлигини изоляцияси хаволи конденсатор деб ҳисоблаш мумкин. Бу конденсаторни каттик диэлектрикли конденсатор билан кетма-кет уланган деб, фарз қилиш мумкин.



Бундай диэлектрикдаги кучланиш ва сизим орасидаги боғланиш қуйидагича булади:

$$U = U_g + U_x \quad (1)$$

$$U_g / U_x = C_x / C_g \quad (2)$$

$$U = U_x \left(1 + \frac{C_x}{C_g} \right) \quad (3)$$

Бу формулалардан қуринадики, диэлектрик (U_g) ва хаво бушлигидаги кучланиш (U_x)лар тегишли сизимлар (яъни C_g ва C_x) орқали аниқланади.

Агар диэлектрикдаги кучланиш (U_g) ошириб борилса, хавога таъсир этаётган кучланиш (U_x) хавони ишлатиш кучланиши ($U_{хт}$) қийматига ортиб, хаво молекулаларида ионлашиш ходисаси рўй бериб, сунгра хавода тешилиш содир булади.

Бир тажриба фактини инобатга олиш керак: каттик жисмга нисбатан хавонинг электр мустаҳкамлиги пастдир. Шунинг учун хавонинг ионланиш кучланиши ($U_{и}$) каттик диэлектрик учун унча хавф

тугдирмайди. Аммо, агар кучланиш $U=U_{\text{и}}$ ёки $U=U_{\text{хт}}$ булса, диэлектрикнинг хаво бушликларида ионлашиш натижасида эркин ионлар сони ортиб боради. Бу эса диэлектрикда электр утказувчанликнинг ва электр энергияси исрофининг ортишига сабаб булади.

Шуни алохида кайд килиш керакки, электр утказувчанлик, дипол кутбланиш ва ионланиш диэлектрикнинг кизишига олиб келади. Натижада диэлектрикда электр энергиясининг маълум микдорда иссиқликка айланади.

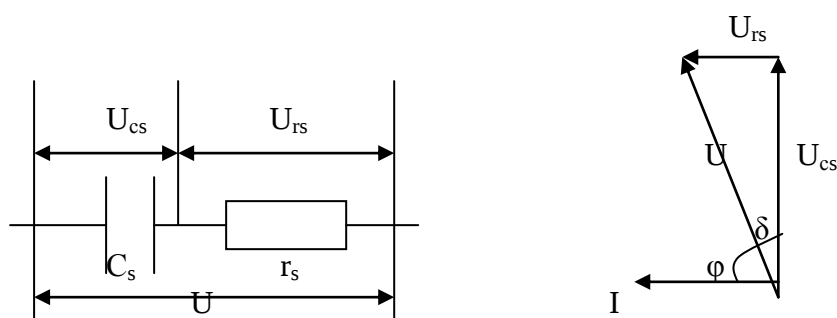
Агар диэлектрикда электр энергияси исроф булмайди, деб фараз килсак, сигимли занжирда ток вектори кучланиш векторидан $\delta=90^\circ$ илгарилаб кетиб, сигим (конденсатор)нинг актив куввати 0 га тенг булади.

$$P_a = U I \cos\varphi = U I \cos 90^\circ = 0$$

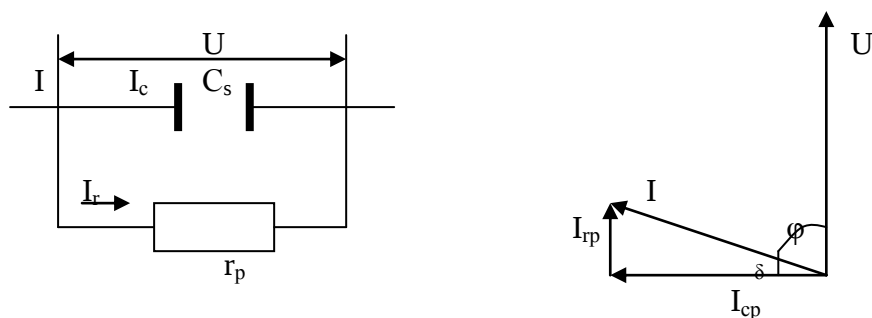
Лекин хакикий диэлектрик сигим (конденсатор)да бу бурчак 90° га тенг булмайди ($\varphi \neq 90^\circ$). Шунинг учун $\cos\varphi \neq 0$ ва актив кувват (P_a) ҳам 0 га тенг эмас. Бу эса диэлектрикда электр энергиясининг исрофи содир булишини курсатади.

Юкорида айтиб утганимиздек, диэлектрик исроф бурчаги ток ва кучланиш векторлари орасидаги фазовий бурчак (φ) ни 90° гача тулдиради (5-расмдаги вектор диаграммаларига қаранг).

Сигимдаги энергия исрофи иссиқлик ажралиб чиқиши натижасида руй беради. Шунинг учун сигимли занжирда актив қаршилик ҳам иштирок этади. Шу боис сигимнинг эквивалент чизмаси сигим ва қаршилик билан белгиланиб, бунда қаршилик ва сигимнинг узаро кетма-кет ва параллел уланган ҳоллари 5-расмда кетирилган.



a)



б)

5-расм. Диэлектрик исрофни ифодалайдиган вектор диаграмма ва эквивалент чизмаси. а-кетма-кет улаганда; б-параллел улаганда.

Чизмадаги актив каршилиқдан ажралаётган кувват микдори конденсатор изоляциясидан ажралаётган кувватга тенг деб олинади, ток эса U дан маълум бурчакка илгарилаб кетган булсин. Занжирдаги конденсаторлардан бирининг диэлектрикида кувват исрофи булмайди, яъни бу конденсаторни идеал конденсатор деб фараз қилинади.

Бундай эквивалент чизма хакикий диэлектрикдаги диэлектрик исроф бурчаги δ ни аниқлаш учун хизмат қилади.

Маълумки, узгарувчан ток занжиридаги актив кувват:

$$P_a = U I \cos \varphi \quad (4)$$

5-расмдаги хар иккала занжирларда кувват исрофи сигимлар (C_s ва C_p) ва бурчак δ ёрдамида ифодаланади. Каршилиқ ва сигим кетма-кет уланган занжир каршилигида (5а-расм) кувват исроф булади. Бу занжир учун кучланишларнинг вектор диаграммасини курамыз.

Токнинг умумий вектори сигимидаги кучланиш вектори (U_s) дан 90° илгарилаб кетади, актив каршилиқдаги кучланиш вектори (U_r) эса, ток вектори билан устма-уст (бир фазали булгани учун) тушади. U_s , U_r ларнинг геометрик йигиндиси умумий кучланиш вектори U ни беради. U_s билан умумий U вектори орасидаги бурчак диэлектрик исроф бурчаги (δ) булади.

Сигим ва каршилиқлар узаро кетма-кет уланганда актив кувват:

$$P_a = \frac{U}{Z} \cdot \frac{U r_s}{Z} = \frac{U^2 \cdot r_s}{Z^2} = \frac{U^2 \cdot r_s}{x^2 + r_s^2} \cdot \frac{U^2 \omega C_s \cdot \operatorname{tg} \delta}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta} \quad (5)$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{U_a}{U_c} = \frac{I_r}{I \cdot 1 / \omega C_s} = \omega C_s r_s \quad (6)$$

бу ерда Z-тулик каршилиқдир.

Худди шундай усулда каршилиқ ва сизими узаро параллел уланган занжир (5б-расм) учун тоқларнинг вектор диаграммасини курамиз.

Бунда U сизимдаги тоқ вектори I_c дан 90° илгариллаб кетади. Каршилиқдаги тоқ вектори I_r эса U билан бир фазада бўлиб, устма-уст тушади. I_c ва I_r ларнинг геометрик йигиндиси умумий тоқ вектори I га тенг бўлади.

Умумий I ва сизимий I_c тоқ векторлари орасидаги бурчак эса, δ бурчагини ифодалайди.

Сизим ва каршилиқ узаро параллел уланган занжир учун актив қувват ва тангенс бурчаги остидаги диэлектрик исроф:

$$P_a = U I_a = U^2 \omega C_r \operatorname{tg} \delta \quad (7)$$

$$\operatorname{tg} \delta = 1 / \omega C_r r_r \quad (8)$$

Сизим ва каршилиқ орасидаги муносабат юкоридаги формулаларни тенглаштириш оркали аникланади:

$$C_r = \frac{C_s}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta} \quad (9)$$

$$r_r = r_s \left(1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \delta} \right) \quad (10)$$

Агар $C_p = C_s = C$ бўлса, изоляцияда исроф бўладиган қувват ҳар иккала занжир (кетма-кет ва параллел уланган) учун бир хил бўлади:

$$P_a = U^2 \omega C_r \operatorname{tg} \delta \quad (11)$$

Бу формуладан ҳулоса шуки, диэлектрикдаги қувват исрофини аниқлаш учун $\operatorname{tg} \delta$ дан ташқари изоляция сизими C , диэлектрикка таъсир этувчи қучланиш U ва унинг частотаси ω ни билиш керак. Агар U ва частота катта бўлса, изоляцияда энергия исрофи куп бўлади.

Алохида таъкидлаш лозимки, изоляцияни ута кизиб кетишининг олдини олиш учун $\operatorname{tg} \delta$ киймати кичик бўлган диэлектрик танлаб олинади.

Тангенс бурчаги остидаги диэлектрик исроф актив I_a ва реактив I_p тоқларнинг нисбати оркали ҳам топиш мумкин:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{I_a}{I_p} \quad (12)$$

Шуни алохида таъкидлаш керакки, электротехникада «диэлектрикнинг асллиги» деган тушунча мавжуд. Диэлектрикнинг асллиги (Q) тангенс остидаги диэлектрик исроф ($\operatorname{tg} \delta$)га тескари пропорционалдир:

$$Q = \frac{1}{\operatorname{tg} \delta} = \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{ctg} \delta = \frac{I_c}{I_a} \quad (13)$$

Диэлектрик сифатли булса, $\operatorname{tg} \delta$ киймати шунча кичик булади.

Шуни алохида таъкидлаш керакки, купгина диэлектрик материаллар (хусусан, пластмассалар, резиналар ва б) бир жинсли эмас. Шунинг учун уларнинг турли қисмларида қувват исрофи турлича булиши мумкин. Диэлектрикнинг турли қисмларидаги қувват исрофини аниклаш учун унинг солиштира исроф кийматини билиш керак булади.

$$P = \frac{P}{V} = E^2 \omega \varepsilon_0 \varepsilon_r \cdot \operatorname{tg} \delta = 5.56 \cdot 10^{-11} \cdot E^2 f \varepsilon_r \cdot \operatorname{tg} \delta \quad (14)$$

бу ерда P-солиштира исроф [Вт/м³]; V-диэлектрикнинг ҳажми [м³]; E-электр майдон кучланганлиги [В/м]; ε_r -диэлектрик сингдирувчанлик; $\omega=2\pi f$ -бурчак частотаси; f-частота [Гц].

Изоляция материаллари сифатини аниклаш учун диэлектрик исроф коэффициенти (яъни, $\varepsilon_r \operatorname{tg} \delta$) дан фойдаланилади.

Синусоидал кучланиш таъсирида булган диэлектрикнинг нисбий диэлектрик сингдирувчанлиги ε_r комплекс курунишида ифодаланади:

$$\varepsilon_r = \varepsilon_r' + j \varepsilon_r'' \quad (15)$$

бу ерда $\varepsilon_r' = \varepsilon$ -диэлектрик сингдирувчанликнинг хақиқий ташкил этувчиси; $\varepsilon_r'' = \varepsilon_r' \cdot \operatorname{tg} \delta = \varepsilon_r \cdot \operatorname{tg} \delta$ -сингдирувчанликнинг мавҳум қисми; j-коэффициент.

Агар диэлектрикнинг ҳажми $V=1\text{ м}^3$ деб олинса, унинг сизими $C_1=C \cdot \varepsilon_r$ га тенг булиб, солиштира утказувчанликнинг реактив ташкил этувчиси қуйидагига тенг булади:

$$\delta_c = \omega C_1 = \frac{\varepsilon_r \cdot f}{1.8 \cdot 10^{10}} \quad (16)$$

унинг актив ташкил этувчиси эса

$$\delta_a = \frac{\varepsilon_r \cdot f \cdot \operatorname{tg} \delta}{1.8 \cdot 10^{10}} \quad (17)$$

Диэлектрик исрофи куп булган материалида $\operatorname{tg} \delta$ киймати у ёки бу занжирнинг эквивалент чизмасига боглик эмас. Агар диэлектрик кенг частоталарда берилган булсада, исроф факат ички электр утказувчанлик оркали аникланса, бундай диэлектрикли конденсатордаги исроф бурчаги исталган частотада хисоблаш мумкин:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{\omega C r_p} \quad (18)$$

бу ерда C ва r_p -мазкур частотада улчанган узгармас сигим ва каршилиқ.

Бундай конденсатордаги кувват исрофи частотага боглик эмас ва унинг киймати

$$P_a = \frac{U^2}{r_p} \quad (19)$$

тенг булади. Аксинча, агар конденсатордаги кувват исрофи кириш симларининг, шунингдек электроддаги юпка кумуш катламнинг каршилиқлари билан ифодаланса, конденсаторда исроф буладиган кувват частота квадратига пропорционал равишда усади.

$$P = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta = U^2 \omega C \omega C r_s = \omega^2 U^2 C^2 r_s \quad (20)$$

Демак, юкори частотада ишлайдиган конденсатор электродлари, бирлаштирувчи симлар ва утиш контактларининг каршилиқлари иложи борича кичик булиши керак.

Ички электр утказувчанликка эга булган барча диэлектрикларнинг $\operatorname{tg} \delta$ киймати куйидагича аникланади:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1.8 \cdot 10^{10}}{\varepsilon_r \cdot f_p} \quad (21)$$

Алохида таъкидлаш керакки, диэлектрик исроф T га боглик булиб, T нинг ортиши билан u экспоненциал равишда ортиб боради:

$$P_{a.T} = A \exp \left(-\frac{6}{T} \right) \quad (22)$$

бу ерда A ва b -диэлектрикларнинг materialiга боглик узгармас катталикидир.

Агар электр майдони бир жинсли булмаса, газларда ионлашиш жараёни кузатилади. Мана шу ионланишда исроф буладиган кувватни куйидагича хисоблаш мумкин:

$$P_{a.u} = A_1 f (U - U_u)^3 \quad (23)$$

бу ерда A_1 -узгармас коэффициент; f -майдон частотаси [Гц]; U_u -ионланиш бошланадиган кучланиш, [В]; U -диэлектрикка берилган кучланиш, [В].

Суюкликка шимдирилган когоз, мато, газ тулатилган пластмассаларда, говакли сопол, миканит, микалекс ва б. диэлектрикларда мана шундай диэлектрик исрофлари кузатилади.

Синов саволлари:

1. Диэлектрик исроф бурчаги деб нимага айтилади?
2. Дипол тушунчасини таърифланг.
3. Фазовий силжиш нима?
4. Кучланганликни таърифланг.
5. Ионлашишни изохланг.

Таянч иборалар:

Диэлектрик, электр майдон, энергия, сочилиш, кучланиш, даврий кутбланиш, бурчак тангенци, сигимли занжир, фазовий силжиш, ток вектори, газ, суюк, каттик, заряд, эллипс куриниш, утказувчанлик, кучланганлик, чинни, когоз, пластмасса, резина, конденсатор, ионланиш.

**Каттик диэлектрикларнинг тешилиши. Иссиклик таъсирида
каттик диэлектрикнинг тешилиши.**

Режа:

1. Кучланиш ортиб бориши натижасида диэлектрикларнинг тешилиши.
2. Диэлектрикларнинг электрик тешилиши.
3. Иссиклик тешилиш кучланиши.
4. Электр кимёвий тешилиш

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Сахиен Б.И., Электропроводность полимеров м-л Химия 1965 г.
2. Васильев Н.Г., Лабораторные работы по электроматериаловедению М.Высшая школа.1987г.
3. Справочник по электротехническим материалам под редакции Ю.В.Корникова.Пасынкова Б.М.Тареева Л. Энергия 1974г.

Диэлектрикка берилган кучланиш киймати ошира борилганда ток окими юксалиб, электр энергиясининг исрофи купаяди. Электр изоляцияси ута юкори кучланишга бардош бера олмайди. Кучланиш киймати ортиб бориши натижасида диэлектрикда тешилиш содир булади. Тешилиш пайтида диэлектрикда ута уткузувчан канал пайдо булиб, электродларнинг киска туташувига олиб келади. Диэлектрикнинг тешилган кисмида эриш, куйиш, ёрилиш ва хоказоларни кузатиш мумкин. Бошкacha килиб айтганда, электр майдонида жойлашган диэлектрик уз изоляцион хусусиятини электр майдон кучланганлигининг маълум кийматида йукотади.

Диэлектрикнинг тешилиш лахзасидаги кучланиш тешилиш кучланиши (U_T) дейилади. Электр майдонининг шу лахзага мос келувчи киймати эса, диэлектрикнинг электр мустахкамлилиги (E_T) дейилади. Диэлектрикнинг электр мустахкамлиги тешилиш кучланишининг

диэлектрикнинг тешилиш жойидаги калинлиги (h)га нисбатан билан аникланади:

$$E_T = \frac{U_T}{h} \quad (1)$$
$$[E_T] = [e / m]$$

Шуни эътиборга олиш керакки, тешилиш натижасида диэлектрикдан катта ток утиб, электротехника ускунаси ишдан чиқади. Кувватли генератор, трансформатор, двигателлар ва кабелларда изоляция тешилиш энергетик система учун жиддий фалокат хисобланади. Шунинг учун тешилиш нима сабаблардан келиб чиқиши, изоляция кучланишнинг қандай қийматини ушлай олишини билиш муҳандислик амалиёти учун нихоятда зарурдир.

Каттик диэлектрикларнинг тешилиши қуйидаги турларга бўлинади:

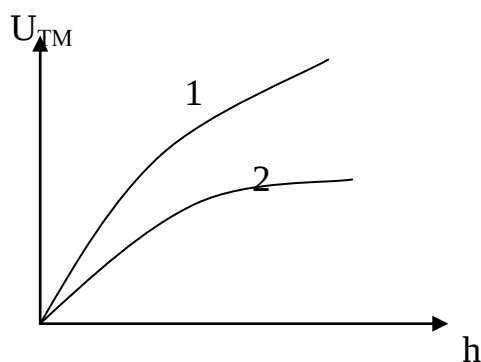
1. Макроскопик жихатдан бир жинсли диэлектрикларнинг электрик тешилиши.
2. Бир жинсли бўлмаган диэлектрикларнинг электрик тешилиши.
3. Иссиклик (электр-иссиклик) таъсиридан тешилиши.
4. Электр-кимёвий тешилиш.

Бир жинсли диэлектрикларнинг электрик тешилиш нихоятда тез ($10^{-7} - 10^{-8}$ с) содир бўлади. Бунда каттик ҳажмдаги электронлар электрон қучи ҳосил қилади. Бу тешилиш тури уз табиати жихатидан соф электрон жараёнга қиради. Электронлар электр майдонда олган энергияларини уз ҳаракатлари давомида таркатади ва кристалл панжаранинг қайишқоқ тебранишини таъминлайди. Муайян критик тезликка эришган электронлар янгидан янги электронларни узиб чиқариб, мувозанат ҳолатини бузади, яъни каттик жисмда электронларнинг урилиши туфайли ионланиш содир бўлади.

Бир жинсли электр майдонида жойлаштирилган бир жинсли диэлектрик тешилишдаги майдон кучланганлиги жисмнинг электр

мустахкамлигини аниқлайдиган катталиқдир. Бундай ҳолат ишқор – галонд бирикмали монокристалларда ва баъзи полимерларда кузатилиб, уларнинг электр мустахкамлиги бир неча МВ/м га етади.

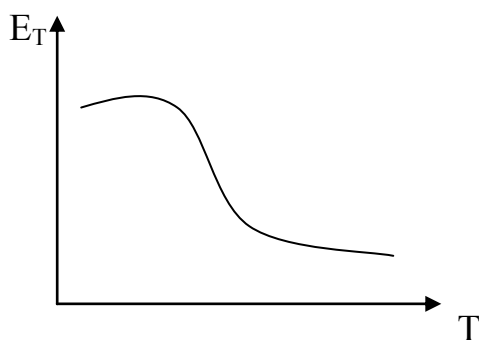
Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, электр майдоннинг тури, (яъни бир жинсли ёки бир жинсли булмаган майдон) диэлектрикнинг электр мустахкамлигига катта таъсир курсатади (1-расм). Бу расмдан куринадики, техник шишанинг тешилиш кучланиши нафакат шишанинг калинлигига, балки майдон турига ҳам боғлиқдир. Бир жинсли майдонда улчанган U_{TM} бир жинсли булмаган майдонда улчанган U_{TM} кийматидан катта бўлади (2-эгри чизик). Диэлектрикнинг калинлиги ортиши билан унинг таркибида узгаришлар содир бўлиб, газ бушлқилари сони ортиши натижасида унинг электр мустахкамлиги сезиларли даражада пасаяди.



1-расм. Техника шиша тешилиш кучланишининг унинг калинлигига боғлиқдир ($f=50$ Гц).

Алоҳида таъкидлаш керакки, электродларнинг юзаси ҳам диэлектрикнинг электр мустахкамлигига катта таъсир курсатади. Агар электродларнинг юзалари кичик бўлса, майдоннинг таъсир юзаси камаяди, диэлектрик таркибидаги нуксонлар сони озайиб, унинг электр мустахкамлиги орта боради.

Температура ҳам диэлектрикнинг электр мустахкамлигига катта таъсир курсатади. Унча катта булмаган T ларда E_T кийматининг пасайиши кузатилади (2-расм).



Бу диэлектрикда иссиқликдан тешилиш жараёни содир булиши билан тушунтирилади.

Маълумки изоляцион материал сифати говак диэлектриклар (масалан, ёғоч, картон, коғоз, говак, сопол ва б) кенг ишлатилади. Уларнинг электр мустаҳкамлиги хавонинг электр мустаҳкамлигига якин булади. Агар каттик диэлектрикдаги бушликлар тулатилса (масалан, суюқ диэлектрикни шимдириш оркали), унинг электр мустаҳкамлигини кескин ортади. Бу эса жисм таркибидаги хаво ва газ бушликларининг кисиб чиқарилиши эвазига содир булади.

Иссиқлик таъсирида каттик диэлектрикнинг тешилиши.

Агар диэлектрик киздирилса, диэлектрик исрофлар хисобига ажраладиган иссиқлик таркаладиган иссиқлик микдоридан юкори булади ва натижада иссиқлик мувозанати бузилиб, иссиқликдан тешилиш руй беради. Купгина ҳолатларда бу тешилиш тури материалнинг кизиш T си унинг эриш ёки қуйиш T сида етганида руй беради.

Иссиқликдан тешилиш кучланиши кучланиш частотасига, мухит хароратига ва материалнинг иссиқликка булган чидамлигига богликдир. Иссиқликдан тешилиш жараёни юкори T да, яъни ички утказувчанликдаги исроф катта булганида кузатилади.

Диэлектрикда исроф буладиган қувватнинг T га богликлиги қуйидаги ифода оркали аникланади:

$$P_a = \frac{U^2 f \varepsilon_r \operatorname{tg} \delta \cdot e^{\alpha(t-t_0)} \cdot S}{1.8 \cdot 10^{10} \cdot h} \quad (1)$$

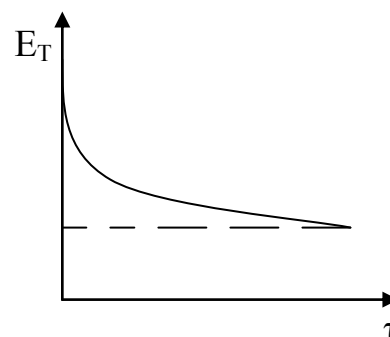
бу ерда U -материалга берилган кучланиш $[B]$; f -частота $[Гц]$; ϵ_r -нисбий диэлектрик сингдирувчанлик; α -диэлектрик исроф бурчаги тангенсинг температура коэффиценти; t_0 -электрод температураси $[C]$; t -диэлектрикнинг исроф хисобига кизиш температураси $[C]$; S -электрод юзаси $[m^2]$; h -диэлектрикнинг калинлиги $[m]$.

Диэлектрикда ажраладиган иссиқлик ташки мухитга металл электродлар оркали таркалади, чунки металлнинг иссиқлик утказувчанлиги диэлектрикникига нисбатан икки – уч маротаба юқоридир.

Электр иссиқлик тешилишининг диэлектрикка кучланиш берилган вақтга боғлиқлиги 1-расмда курсатилган.

Диэлектрикдан ажралиб чиқадиган қувват Ньютон формуласи оркали қуйидагича ифодаланadi:

$$P_T = 2\delta S(t - t_0)$$



бу ерда δ -электродлар диэлектрик-металл системасининг иссиқлик узатиш коэффиценти.

Агар диэлектрик электр майдонга жойлаштирилиб унга кучланиш берилса, материал харорати t гача ошади ва барқарор тенглик, яъни материалнинг иссиқлик ажратиш қуввати шу иссиқликнинг таркалиш қувватига тенг ҳолат юзага келади. Агар ушбу кучланиш янада оширилса, диэлектрикдан иссиқлик ажралиб чиқиши ва унинг атроф-мухитга таркалиш тенглиги бузилиб, диэлектрикнинг T си ушиб боради. Натижада унда емирилиш (қуйиш) содир бўлади.

Шуни ёдда тутиш керакки, барқарорлик ҳолати чегарасида кучланиш иссиқлик тешилиш кучланиши U_T деб қабул қилинади ва у қуйидаги ифода билан аниқланади:

$$U_T = K \sqrt{\frac{\delta h}{f \epsilon_r \cdot \tan \delta \cdot \alpha}} \quad (3)$$

бу ерда $\frac{1}{\alpha} = t - t_0$ булиб, $K=1,15 \cdot 10^5$ -коэффициент.

Бу формуладан хулоса шуки, диэлектрик канча калин булса ва унинг иссиқлик таркатиши яхши булса, иссиқлик тешилиш кучланиши U_T шунча катта булади. Агар f , $\tan \delta$ кийматлари катта булса, U_T кичик булади.

Электр кимёвий тешилиш.

Агар диэлектрикда T ва намлик нисбатан юкори булса, унда электр кимёвий тешилиш руй беради. Бундан ташкари материал бушликларида иссиқлик ходисаси билан боглик газ ионланиши содир булганда ҳам бу тешилиш тури руй беради.

Алохида таъкидлаш керакки, материалда электр-кимёвий тешилиш содир булиши учун узок вақт талаб килинади, чунки бу ходиса материалнинг электр утказувчанлиги билан боглиқдир.

Одатда тешилишнинг бу тури купгина органик материалларда (пластмассалар, резиналар ва б) чиннининг баъзи бир турларида кузатилади.

Синов саволлари:

1. Тешилиш кучланиши деб нимага айтилади?
2. Электр мустаҳкамлик нима?
3. Каттик диэлектрикларнинг тешилишининг турларини санаб утинг.
4. Диэлектрикда исроф буладиган кувват формуласини курсатинг.
5. Иссиқлик тешилиш кучланиши кандай белгиланади?
6. Электр кимёвий тешилишни изохланг.
7. Электр кимёвий тешилишни нималарда кузатиш мумкин?

Таянч иборалар:

Диэлектрик, кучланиш, изоляция, тешилиш, утказувчанлик, эриш, куйиш, ёрилиш, кувват, генератор, трансформатор, двигател, кабел, макроскопик, бир жинсли, электрон, кайишкок, тебраниш, критик тезлик, ионланиш, иссиқликдан тешилиш, электрод, температура.

Сунъий полимерлар. Полиэтилен.

Режа:

1. Сунъий полимерларнинг хоссалари
2. Полиэтилен.
3. Полиэтиленнинг асосий хоссалари.
4. Полипропилен ва унинг хоссалари.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Богородицкий Н.П. Пасынков В. Тареев Б.М. Электротехнические материалы. Л:Энергия 1977 г (6-ое изд.)
2. Воробьев А.А. Воробьев Г.А. Электрический пробой и разрушение твёрдых диэлектриков.
3. Норицкий Ю.В. Электротехнические материалы. М. Энергия. 1968 г.

Сунъий полимерлар асосан газлардан сунъий йуллар, масалан, полимеризация ва поликонденсация реакциялари натижасида ҳосил қилинади.

Полиэтилен (ПЭ) этилен газининг ($\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$), босим остида полимерланиши натижасида ҳосил қилинади. ПЭ ок рангли каттик термопластик материалдир. Ишлаб чиқариш ҳажми юзасидан ПЭ жаҳонда биринчи уринни эгаллайди.

ПЭ икки хил бўлади. Агар ПЭ паст босимларда ҳосил қилинса, унинг зичлиги юқори бўлади ва бундай ПЭ паст босимли (ПБПЭ) ёки зичлиги баланд (ЗБПЭ) ПЭ дейилади. Агар ПЭ юқори босимлар остида ҳосил қилинса, унинг зичлиги паст бўлади ва бундай ПЭ юқори босимли (ЮБПЭ) ёки зичлиги (ЗППЭ) дейилади.

Саноат микёсида ЗБПЭ ва ЗППЭ лар мос равишда ДАВАН 16338-77 ва ДАВАН 16337-77 асосила ишлаб чиқарилади.

Шуни алохида таъкидлаш керакки, ПЭ аморф ва кисман кристалл фазалардан иборат булиб, унинг эриш температураси 125-140 С ни ташкил этади. Демак ПЭ дан махсулот ишлаб чиқаришда катта энергия талаб қилинмайди.

ПЭ ҳар иккала тури электротехника материаллари (кувур, найча, тасма, пленка, коплама ва б) сифатида кенг қулланилади. ПЭ утқазгичлар юзасига экструзия усули билан копланadi. Бу жараён махсус экструдер (босимли машина) лар ёрдамида амалга оширилади.

ПЭ юкори кучланишли кабель ва конденсатор изоляцияларида турли хил копламалар олишда, радио аппаратлари ва бошка усқуналарда ишлатилади.

ПЭ сувда, ишқор ва кислоталар чидамли булиб, узига ҳос камчиликлардан холи эмас. Қуёш нури (ультрабинафша нури) таъсирида ва Т таъсирида ПЭ да ёришма ва тирқишлар пайдо булиб, у юмшок эластик холатидан мурт холатига утади. Демак, ПЭ дан тайёрланган махсулотнинг ишлаш чегарасини бир оз чеклаб қуяди.

ПЭ – 45 С да шишасимон холатда булади. ПЭ тарқибига порофор қушилиши натижасида говак модда пенополиэтилен хочил булади. Бу материалнинг зичлиги 0,4 – 0,5 г/см булиб, диэлектрик сингдирувчанлиги эса 1,4 – 1,5 гача, яъни салкам 2 баробар пасаяди. Бу эса полиэтиленни радио тулкинида ишлайдиган электр асқоб – усқуналари изоляциясида қуллаш имқонини беради. Пенополиэтилен олис масофаларга мулжалланган алоқа ва юкори частотали кабель изоляцияларида ҳам ишлатилади.

ЗППЭ ва ЗБПЭ ларнинг асқсий хоссалари қуйидаги жадвалда келтирилган:

Хоссалари	ЗППЭ	ЗБПЭ
Зичлиги, г/см ³	0,920	0,960
Чузилишдаги мустахкамлик МПа	10-18	23-31
Нисбий чузилиш деформацияси, %	500-600	700-1000
Солиштирма каршилиги, Ом·м	10 ¹⁵	10 ¹⁵
Иссикликка чидамлилики мартенс буйича, °С	55-60	70
Сув сингдирмоқлик (30 суткада)	0,004	0,04
Совукка чидамлилики °С	70-150	70-150
tgδ	(2-3)·10 ⁻⁴	(2-4)·10 ⁻⁴
Электр мустахкамлиги, МВ/м	45-55	45-55
Диэлектрик сингдирувчанлик, ε	2,2-2,3	2,2-2,4

ПЭ зарбага чидамли булиб, у парчаланмайди.

ПЭ хона температурасида эрмайди, аммо 70° С да ксилолда ва ССl₄ да эрийди. Натижада ундан калинлиги 30-200 мкм ва эни 1,0-1,5 м пленка олиш мумкин.

Полипропилен.

Полипропилен (ПП) пропилен газидан полимерланиш реакцияси натижасида хосил килинади. У термопластик каттик полимер булиб, кутбланмаган, сувда, ишкор ва кислоталар таъсирида чидамидир. Зарбага чидамли булиб, парчаланмайди. Унинг асосий хоссалари:

Зичлиги $\rho=0,920 - 0,930$ г/см³.

Совукка чидамлилиги (-5 – 25)°С.

Диэлектрик сингдирувчанлиги $\epsilon=2$.

Тангенс бурчаги остида исроф $\text{tg}\delta=0,0003$.

Солиштирма каршилиги $\rho=10^{12} - 10^{15}$ Ом·м.

Электр мустахкамлиги $E_T=30 - 35$ МВ/м.

ПП дан тола, пленка, пенопласт (говак ПП) ва бошка пластмасса махсулотлари олинади. ПП дан электротехника ва радиотехникада изоляция материали сифатида фойдаланилади.

Бундан ташкари, ПП таркибига резина ёки ПЭ кушиб термоэластопласт хосил килинади. Бундай материаллардан олинган махсулотлар мустахкамрок, кайишкокрок, ёругликка ва иссикликка

бардошлирок булиб, паст температураларда ҳам ишлай олиш қобилиятига эгадир.

Синов саволлари:

1. Сунъий полимерлар қандай ҳосил қилинади?
2. Полиэтилен неча хил бўлади?
3. Полиэтиленнинг асосий хоссаларини изоҳланг.
4. Полипропилен қандай ҳосил қилинади?
5. Полипропиленнинг асосий хоссалари.

Таянч иборалар:

Диэлектрик, намлик, кимёвий тешилиш, материал, газ, ионланиш, утказувчанлик, пластмасса, резина, чинни, полимеризация, поликонденсация, термопластик, зачлик, кристалл, фазалар, қувур, найча, тасма, пленка, қоплаш, ишқор, кислота, ультрабинафша нур, чидамлилиқ, парчаланиш, тангенс бурчак, чузилиш, мустаҳкамлик.

Полистирол. Поливинхлорид.

Режа:

1. Полистиролнинг хосил килиниши.
2. Поливинхлорид хоссалари.
3. Полиметилметакрилат.
4. Политетрафторэтилен.
5. Полиамид

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Багародецкий Н.П. Пасынков В.В. тареев Б.М. Электротехнические материалы Л.Энергия 1977 г.
2. Койков С.Н. Цикина Н. Электрическое строение твердых диэлектриков Л.Энергия 1968
3. Камолов Ш.М.Ахмедов А.Ш. Электротехнические материалы Т.Ўқитувчи 1968 г.

Полистирол (ПС) термопластик каттик полимер булиб, шишага ухшаган нихоятда шаффофдир. ПС стиролни полимерлаш оркали хосил килинади. У турли рангларда осон буялади. ПС аморф полимердир.

ПС нинг асосий хоссалари: зичлиги $\rho=1,050 \text{ г/см}^3$.

Иш температураси $(-60 - 75) ^\circ\text{C}$.

Диэлектрик сингдирувчанлиги $\epsilon=2,5-2,7$.

Тангенс бурчаги остидаги исроф $\text{tg}\delta=0,0002 - 0,0009$.

Солиштира каршилиги $\rho=10^{15} \text{ Ом}\cdot\text{м}$

Полистирол узига нам ютмайди ва $-40 ^\circ\text{C}$ га кадар уз хоссаларини яхши саклайди. ПС дан электр конденсаторлари учун пленкалар, кабель изоляцияси учун толалар тайёрланади.

Шуни алохида таъкидлаш керакки, ПС дан тайёрланган пленкалар стирофлекс деб аталади. Унинг чузилишдаги мустахкамлиги $\delta=60-70 \text{ МПа}$

булиб, электр мустахкамлиги $E_T = 110 - 190$ МВ/м иш температураси $(70-85)^\circ\text{C}$ ни ташкил этади.

Поливинилхлорид.

Поливинилхлорид (ПВХ) термопластик аморф полимер булиб, кутбли диэлектриклар гурухига киради.

ПВХ винилхлорид газидан $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{Cl}$ перекис водород иштирокида полимерланиш реакцияси натижасида хосил килинади. ПВХ бензол, керосин, эфир ва нефтдан олинadиган бошка мойларнинг таъсирига чидамли булиб, деярли ёнмайди. ПВХ асосан каттик ва кайишкок ҳолатда ишлаб чиқарилади. Кайишкок ҳолатидаги ПВХ поливинилхлорид пластикати дейилади.

Вини пластдан конструкция материали сифатида фойдаланилади. Температура ортиши билан ПВХ нинг механик ва диэлектрик хоссалари ёмонлашади. ПВХ нинг асосий хоссалари куйидаги жадвалда келтирилган. Шунинг алоҳида таъкидлаш керакки, ПВХ 150 дан бошлаб, парачаланиш (деструкция)га учрайди. Бу эса унинг камчилигидир.

ПВХ кайта ишлов бериш технологиясини осонлаштириш мақсадида унинг таркибига мойсимон суюклик – дибутилфталат қирғизилади, бу суюклик ПВХ нинг юмшатгичи (пластификатори) дейилади.

ПВХ таркибига стабилизаторлар, ранглар (кабеллар ва симларни бир-биридан ажратиш олиш учун), тулдиргичлар ва б. қирғизилади. Рангларни ПВХ таркибига қирғизилиши нафакат монтаж пайтида утқазгичларни бир-биридан фарқ қилиш учун, балки утқазгич изоляциясини нурлар оқимидан ҳимоя қилиш учун ҳам зарурдир.

ПВХ пластикатини хосил қилиш учун қуқунсимон ПВХ ни пластификаторлар, тулдиргичлар, ранглар ва б.лар билан аралаштирилиб, қиздирилган вальцлардан утқаздилад. Натижада қалинлиги $0,8 - 2,5$ мм ва эни 400 мм бўлган ленталар олинади. Улар асосан электроизоляция материаллари сифатида қулланилади.

Кайишкок холатидаги ПВХ юкори кучланишли кабель ва алока симларини изоляцияси вазифасини бажаради. Юкори температура, ёруглик ва нам таъсирига чидамлилиқ хусусиятлари ПВХ пластикатини алока кабелларининг устки копламасида ишлатиш имконини беради. ПВХ пластикат ива винипластнинг асосий хоссалари куйидаги жадвалда келтирилган:

Хоссалари	Винипласт	Пластикат
Зичлиги, г/см ³	1,350	1,20-1,30
Чузилишдаги мустахкамлик МПа	60-80	18-20
Зарбий ковушкоклиги, кЖ/м ²	100-150	-
Иссиқликка чидамлилиқ мартенс буйича, °С	60-80	-
Совукка чидамлилиги °С	-10 -15	-45 – -60
Сув сингдирмоклиги, %	0,2 – 0,4	0,2 – 0,3
Солиштирма хажмий каршилиги, Ом·м	10 ¹⁰ – 10 ¹²	10 ⁹ – 10 ¹²
Диэлектрик сингдирувчанлик	3,2	4 – 5
Тангенс бурчаги остидаги исроф	0,01 – 0,02	0,03 – 0,08
Электр мустахкамлиги, МВ/м	30 – 42	20 – 30
Парчаланиш температураси, °С	200 – 250	200 – 250

Полиметилметакрилат.

Полиметилметакрилат (ПММА) полиакрилат асосидаги энг кенг таркалган термопластик аморф материал булиб, уни баъзи холларда плексиглас ёки органик шиша деб аталади. ПММА кислота ва ишкорли эритмаларга чидамли, сувни деярли узига сингдирмайди. У осон пайвандланувчан материалдир. ПММА ёй разряди таъсирида узидан куп микдорда газ ажратади. Шунинг учун юкори босимли газдан ёй разрядини сундиришда ПММА дан кенг фойдаланилади. Ана шу хусусиятлар ПММАни юкори кучланишли включателларда куллаш имконини беради. Ундан хосил килинган материаллар электротехника ва радиотехника сохаларида конструкция ва изоляция материаллари сифатида кенг кулланилмокда.

ПММА нинг асосий хоссалари куйидаги жадвалда келтирилган:

Зичлиги $\rho=1,180$ г/см³

Чузилишдаги мустахкамлиги $\delta_{\text{П}}=(60 - 70)$ МПа.

Зарбий ковушкокклиги $a=(12 - 18) \text{ кЖ/м}^2$

Сув сингдирувчанлиги 0,2 %

Иссикликка чидамлилиги мартенс буйича $T=(60 - 80) ^\circ\text{C}$

Совукка чидамлилиги $T=(-50\div-60) ^\circ\text{C}$

Солиштира хажмий каришилиги $\rho_v=10^{10} - 10^{11} \text{ Ом}\cdot\text{м}$

Диэлектрик сингдирувчанлиги $\epsilon=3,6$

Тангенс бурчаги остидаги исроф $\text{tg}\delta=6\cdot 10^{-2}$

Электр мустахкамлиги $E_T=(15-22) \text{ МВ/м}$

Шуни алохида таъкидлаш керакки, ПММА нихоятда мурт материал булиб, унинг таркибига 0,1 % перекис бензол ва мойсимон суюкликлар (юмшатгичлар) кушилиб эластик материал хосил килиш мумкин. Ушбу коришмани никель идишда аралаштириб киздирадилар ва $120 ^\circ\text{C}$ да киздирилган металл ёки силикат шишадан тайёрланган формаларда куйилади. Формаларни совутиб керакли пластина ёки тунукалар олинади. Тунукаларнинг калинлиги 0,8 мм дан 24 мм гача ва уларнинг юзаси $400\times 500 \text{ мм}^2$ дан $1400\times 1600 \text{ мм}^2$ гача булиши мумкин.

ПММА бензолда, толуолда, ксилолда, хлорбензолда, суюкликларда осон эрийди.

ПММА нинг 5гр. Кириндиси (стружка)ни 100 г дихлорэтанда елим тайёрлаш мумкин. Бу елим электротехникада кенг кулланилади. Ундан ташкари ПММА дан тайёрланган деталларни 140 – 150 С да пайвандлаш мумкин (пайвандладиган жойларда босим бериш керак).

ПММА махсулотларни пармалаш, фрезалаш ва бошка механикавий ишлов бериш мумкин.

Политетрафторэтилен.

Политетрафторэтилен (ПТФЭ) ок рангли, каттик термопластикполимер булиб, кислота ёки ишкорларда эримаиди, сувни узига сингдирмайди. Унинг юкори иш температураси бошка полимерларга нисбатан анча баланд ($250 ^\circ\text{C}$)дир. Бундан ташкари, барча диэлектриклар ичида ПТФЭ (фторопласт-4) энг яхши диэлектрик хоссаларга эга булиб, бу хоссаларни

-60 °C – +250 °C оралигида деярли узгармайди. ПТФЭ ташки таъсирга жуда чидамли булиб, барча пластмассалар ичида кимёвий таъсирга (кислоталар, ишкорлар, мойлар ва б) нихоятда чидамлидир. У радио аппаратлари, кабеллар, конденсаторлар изоляциясида, симларни коплашда ва изоляция учун пленка олишда кулланилади.

Шуни алоҳида таъкидлаш керакки, ПТФЭ барча полимерлар орасида зичлиги жихатидан биринчилар каторида туради. Унинг зичлиги 2,15-2,24; чузилишдаги мустахкамлиги $\delta_{\text{П}}=14-25$ МПа; куйи иш температураси -80°C; диэлектрик сингдирувчанлиги 1,9-2,2; тангенс бурчаги остидаги исроф $\text{tg}\delta=0,0002$; солиштирма каршилиги $\rho=1,2 \cdot 10^{16}$ Ом·м; электр мустахкамлиги $E_{\text{T}}=25-27$ МВ/м.

Полиамид.

Полиамид (ПА) каттик, эриш температураси юкори (220-264)°C булган термопластик полимердир. Баъзи пайтларда уни капрон деб аталади. Бу материалдан химоя копламаси олишда, изоляция локлари тайёрлашда, сим, электр машина ва аппарати чулгамлари сиртига изоляция копламаси беришда, пленкалар тайёрлашда фойдаланилади. Полиамид асосида локланган шишанинг электр мустахкамлиги 40 МВ/м, диэлектрик сингдирувчанлиги 3,5 диэлектрик исроф бурчагининг тангенси 0,006.

Хозирги пайтда полиамид пленкалари елимловчи катлам билан ишлаб чиқарилмоқда. Бу пленка сим юзасига уралганда унинг сиртида изоляция копламаси хосил булади.

ПА синтетик кутбли ва гидрофил (намланувчи) материалдир. Шунинг учун унинг ϵ ва $\text{tg}\delta$ бошка полимерларга нисбатан анча юкоридир.

ПА нинг турлари нихоятда куп: нейлон-66 ёки ПА-66, ПА-610, капрон, энант, ундекан, асосан ПА асосида олинган материаллар хисобланади. Уларнинг баъзи бир хоссалари куйидаги жадвалда келтирилган:

Хоссалари	ПА-66	Капрон	Энант	Ундекан
Зичлиги, г/см ³	1,140	1,150	1,130	1,100
Чузилишдаги мустахкамлик МПа	80	60-80	-	60-80
Нисбий чузилиши, %	80-100	80-320	100-200	90-120
Зарбий ковушкоклиги, КДЖ/м ²	-	150-170	-	-
Иссикликка бардошлик мартенс буйича, С	-	40-50	-	-
Сув сингдирувчанлиги, %	-	2	-	-
Солиштира хажмий каршилиги, Ом·м	$4 \cdot 10^{11}$	$10^{11}-10^{12}$	$2 \cdot 10^{12}$	10^{12}
Диэлектрик сингдирувчанлиги	4,6	4	4,4	3,2
Тангенс бурчаги остидаги исроф	0,04	0,06	0,02	0,02, 0,03
Электр мустахкамлиги, МВ/м	20-22	18-20	-	-
Эриш температураси, °С	264	220	223	185

Синов саволлари:

1. Полистиролнинг асосий хоссаларини курсатинг.
2. Поливинилхлорид кандай хосил қилинади?
3. Поливинилхлориднинг юмшатгичи деб нимага айтилади?
4. Полиметилметакрилат хақида тушунча беринг.
5. Полиметилметакрилатнинг хоссалари.
6. Политетрафторэтилен нималарда қулланилади?
7. Полиамид нима тайёрлашда фойдаланилади?
8. Полиамид хоссаларини тушунтиринг.

Таянч иборалар:

Термопластик, Аморф полимер, кутбли диэлектрик, Винилхлорид, бензол, керосин, эфир, ковушкок, парчаланиш, кабел, сим, утказгич, изоляция, нурлар оқими, ранглар, температура, винипластин, термопластик, капрон, изоляция лаки, синтетик.

Маъруза 19.

Полиуретан. Полиэтилентерефталат.

Эпоксид катронлари.

Режа:

1. Полиуретан ва унинг хоссалари.
2. Полиэтилентерефталат.
3. Эпоксид катронлари
4. Эпоксид катронларининг хосил килиниши.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Багародецкий Н.П. Пасынков В.В. тареев Б.М.
Электротехнические материалы Л.Энергия 1977 г.
2. Койков С.Н. Цикина Н. Электрическое строение твердых
диэлектриков Л.Энергия 1968
3. Корецкий Ю.В. Электротехнические материалы. М. Энергия.
1968 г.
4. Справочник по электротехническим материалам под редакции
Ю.В.Корецкого. В.В.Пассенков. Таркева. Л. Энергия 1974 г.

Полиуретан (ПУ) хира (тиникмас) полимер материали булиб, унинг асосий занжирида уретан атомларининг гурухи —NH—CO—O мавжуд. ПУ термореактив ва термопластик материали булиши мумкин. Бу реакцияни кечиши усулига ва дастлабки компонентларнинг таркибига боғлиқдир.

Термореактив ПУ лар каттик материаллар булиб, уларни пресслаш ёки босим остида куйилади ва натижада турли шаклдаги куйилган махсулотлар (масалан, кафель муфталари) олинади.

Термопластик ПУ лар пластик материаллар булиб, улардан эластик, кайишкок пленкалар ва толалар олинади.

ПУ лар чулгам мисларини сирлаш (эмаллаш) максатида изоляцион локларнинг асосини ташкил этади. ПУ лар калин пластина ва юпка тунукалар сифатида кенг ишлатилади. Бундан ташқари, ПУ лар асосида пенополиуретанлар, яъни говак материаллар олинади. Пеноуретанлар эгилювчан ёки бикр булишлари мумкин. Улардаги говаклар очик ёки ёпик булиши мумкин.

ПУ ларнинг асосий афзалликлари шундан иборатки, атмосфера таъсирида чидамлилар, купгина материалларда, шунингдек металллар сиртида яхши адгезия (ёпишиш) буладилар, юкори электрик хоссаларига эгадирлар.

Уларнинг камчилиги – совукка унча чидамли эмас ($-30\div-40$)°C, иссикка чидамлилиги паст булиб, $100-105$ °C дан ошмайди.

Пу нинг асосий хоссалари:

Зичлиги $\rho=1,20$ г/см³.

Чузилишдаги мустахкамлиги $\delta_{\Pi}=(50-60)$ МПа

Эгилишдаги мустахкамлиги $\delta_{\Sigma}=(70-80)$ МПа

Зарбий ковушкоклиги $a=(49-50)$ КЖ/м².

Мартенс буйича иссикка чидамлилиги $(60-70)$ °C

Сув сингдирувчанлиги $(1,5-2,0)$ %.

Солиштира хажмий каршилиги $\rho_v=10^{12}$ Ом·м.

Диэлектрик сингдирувчанлиги $\epsilon=3\div 4$

Тангенс бурчаги остидаги исроф $\operatorname{tg}\delta=0,01\div 0,02$.

Электр мустахкамлиги $E_T=(20-25)$ МВ/м.

Иссиклик утказувчанлик коэффициентлари $\lambda=(0,31-0,35)$ Вт/(м·к)

Пенополиуретанларнинг асосий хоссалари:

Зичлиги $\rho=(0,06-0,2)$ г/см³

Чузилишдаги мустахкамлиги $\delta_{\Pi}=(0,20-1,78)$ МПа

Зарбий ковушкоклиги $a=(0,48-0,5)$ кЖ/м²

Иссиклик утказувчанлик коэффициентлари $\lambda=(0,024-0,057)$ Вт/(м·к)

ПУ ва пенополиуретанларнинг хоссаларини киёслаб, шуни кайд килиш керакки, уларнинг электр хоссалари деярли фарк килмайди, аммо пенополиуретанларнинг ρ , $\delta_{\text{П}}$, α ва λ Пу ларникига караганда нихоятда кичикдир.

Шуни алохида кайд килиш керакки, материалнинг иссиқлик утказувчанлик коэффициенти канча кичик булса, иссиқликни саклаш материали сифатида куллаш мумкин булади.

Юкоридаги куриб чиқилган барча полимер материаллари, шунингдек, ПУ лар ҳам ёнувчи материаллардир. Факат бундан фторопласт-4 мустасно.

Полиэтилентерефталат.

Полиэтилентерефталат (ПЭФТ) термопластик полимер булиб, мураккаб полиэфир махсулидир. Мухандислик амалиётида уни лавсан дейилади.

ПЭФТ тиник материал булиб, уни терефтал кислотаси ва этиленгликолниң поликонденсациялаш натижасида хосил килинади. Ундан тайёрланган тиник юпка (30-100 мкм) пленкалар электр машиналардаги пазларни изоляциялашда кенг кулланилади. Лавсан пленкалари лак таркибидаги эритувчилар таъсирига, намлик ва могорга чидамлидир. Улар 120°C да ишлай оладилар. Аммо лавсан пленкаларининг электр мустахкамлиги юкори булса ҳам, электр тожи таъсирига чидамли эмас. Шунинг учун улар паст кучланишли асбоб-ускуналарда купрок ишлатилади. Бундан ташқари, лавсан пленкалар трансформатор мойида саклаганда (110-120°C да), улар эластик хусусиятини йукотиб, мурт булиб қолади.

Лавсан пленкаларининг асосий хоссалари:

Зичлиги $\rho=1,40 \text{ г/см}^3$.

Иссиқликка чидамлилиги 120-130°C

Совуқка чидамлилиги (-150)°C

Сув сингдирувчанлиги 1,5 %

Чузилишдаги мустахкамлиги $\delta_{II}=(100-180)$ МПа

Солиштира хажмий каршилиги $\rho_v=10^{12}-10^{13}$ Ом·м.

Диэлектрик сингдирувчанлиги $\epsilon=3,2$

Тангенс бурчаги остидаги исроф $\operatorname{tg}\delta=(2-6) \cdot 10^{-3}$

Электр мустахкамлиги $E_T=(140-180)$ МВ/м.

Эпоксид катронлари.

Эпоксид катронлари термореактив полимер булиб, хлорланган глицерин ва резорцин ёки диан (дифенилпропан) билан поликонденсацияси натижасида сунъий йул билан хосил килинади. Эпоксид катронларнинг молекулаларида эпоксид гурухлари мавжуд. Шунинг учун материалнинг номи ҳам шу ердан келиб чиккан.

Эпоксид катронлари хона хароратида суюк холатда булиб, ранги сарик ёки очик-сарик булади. Уни котиши учун малеин ангидриди ва фтал ангидриди кислоталари (масалан, пиридин) ишлатилади. Котирувчиларнинг таркибига караб, эпоксид катронларининг котиш жараёни $100-160^{\circ}\text{C}$ ёки хона температурасида утиши мумкин.

Электротехникада эпоксид катронлари тулдирувчи электроизоляцияцион компаундларнинг, ҳамда елимланувчи лок ва елимларнинг асоси сифатида кенг кулланилади.

Котирувчи моддалар билан котирилган эпоксид катронлари нихоятда каттик диэлектрик булиб, сувда чидамли ва юкори механик мустахкамликка эга.

Эпоксид катронларининг котирилган холатидаги асосий хоссалари:

Зичлиги $\rho=1,20$ г/см³.

Чузилишдаги мустахкамлиги $\delta_{II}=(26-60)$ МПа

Зарбий ковушкокклиги $a=(6-18)$ кЖ/м²

Сув сингдирувчанлиги 0,05 %

Иссикликка чидамлилиги (Мартенс буйича) $(60-110)^{\circ}\text{C}$

Солиштирма хажмий каршилиги $\rho_v=10^{12}-10^{13} \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Диэлектрик сингдирувчанлиги $\epsilon=3,8$

Тангенс бурчаги остидаги исроф $\text{tg}\delta=(2-5)\cdot 10^{-3}$

Электр мустахкамлиги $E_T=(15-18) \text{ МВ/м}$.

Эпоксид катронлари кутбланган диэлектрикдир.

Синов саволлари:

1. Полиуретанлардан кандай махсулотлар олинади?
2. Полиуретанлар хоссаларини изоҳланг.
3. Полиэтилентерефталат муҳандислик амалиётида нима деб аталади?
4. Полиэтилентерефталатнинг хоссалари.
5. Эпоксид катронлари ҳақида тушунча беринг.

Таянч иборалар:

Полимер, уретан атоми, терморектив, термопластик, эластик, кайишкоклик, говак материаллар, атмосфера, чидамлилиқ, адгезия, ёпишиш, иссикка чидамлилиқ, чузилиш мустахкамлиги, зарбий ковушкоклик, иссиклик уткаувчанлик, электр токи, лавсан плёнкаси, терморектив полимер, дифенилпропан, элексид, компаундлар, елимланувчи лак.

