

14-Mavzu. Elektr o'tkazuvchanlik. Tok kuchining kuchlanishga bog'liqligi Tok kuchi va tok zichligi.

Reja:

1. Elektr o'tkazuvchanlik.
2. O'tkazuvchanlikning klassik nazariyasi.
3. Tok kuchi.
4. Tok zichligi.

8-sinfda elektr toki mavjud bo'lishi uchun 3 ta shart bajarilishi aytilgan edi.

1. Tok manbai bo'lishi.
2. Tok o'tuvchi zanjirda erkin ko'cha oladigan zaryadli zarralarning bo'lishi.
3. Zanjir berk bo'lishi.

Unda shuningdek qattiq, suyuqlik va gazlarda elektr toki o'tishi qaralganda elektr qarshiligi tushunchasi kiritilgan edi. Elektr toki qanday zaryadli zarralar hisobiga mavjud bo'ladi? Nima sababdan elektr tokining o'tishiga muhit qarshilik ko'rsatadi? Bunday savollarga javob berishdan oldin elektr o'tkazuvchanlik tushunchasini kiritamiz.

Elektr qarshiligiga teskari bo'lgan kattalikka elektr o'tkazuvchanlik deyiladi. Birligi nemis olimi E. R. Siemens sharafi ga qo'yilgan. $\gamma = 1 R ; (8.1) 1 \text{ Siemens} = 1 S = 1 \Omega .$

Metallarning elektr o'tkazuvchanligini o'rganishga XX asrning boshida kirishilgan edi. 1901-yilda nemis olimi Karl Rikke juda yaxshi silliqlangan uchta silindrdan (ikkita aluminiy va bitta mis) iborat zanjir tuzadi va undan bir yil davomida tok o'tkazadi (8.1-rasm). Bu vaqt ichida silindrlardan umumiy miqdori $3,5 \cdot 10^6 \text{ C}$ zaryad o'tadi, lekin bu silindrlar moddasining kimyoviy tarkibi o'zgarishiga olib kelmadi. Tajriba tugab, silindrlar ajratilgach, ularning massalari ham o'zgarmaganligi aniqlandi. Atomlarning bir-biriga o'tish izlari qattiq jismlardagi oddiy diffuziya natijalaridan ortiq bo'lmadi. Lekin, bu tajriba metallarda aynan qanday zarralar tufayli tok o'tishini tushuntirib bermadi. – + Al Al Cu

Amerikalik fiziklar T. Styuart va R. Tolmenlar quyidagicha tajriba o'tkazganlar. 1916-yilda o'tkazilgan bu tajribada metall o'tkazgich o'ralgan katta diametrli g'altak olinib, uni 500 ayl/min chastota bilan aylanma harakatga keltirilgan va birdaniga to'xtatilgan (8.2-rasm). Bunda g'altakdagi erkin zaryadlar yana biroz vaqt inersiya bilan harakatlanishda davom etganligi uchun qisqa vaqtli tok yuzaga kelgan. Buni tok o'tkazgich uchlariga ulangan sirpanuvchi kontaktlar orqali ulangan galvanometr qayd etgan. Olimlar tok tashuvchi zarra larning solishtirma zaryadini tajribada aniqlashdi. U $1,8 \cdot 10^{11} \text{ C/ kg}$ ga teng chiqib, elektronning solishtirma zaryadiga mos keladi.

Bu ilmiy fakt, metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariyasiga asos bo'ldi.

XX asr boshlarida nemis fizigi P. Drude va golland fi zi gi X. Lorens metallar elektr o'tkazuvchanligining klassik nazariya sini yaratishdi. Bu nazariyaning asosiy mazmuni quyidagilardan iborat:

1. Metallarda elektr o'tkazuvchanlikning yuqori bo'lishi, ularda birlik hajmga to'g'ri kelgan erkin elektronlarning ko'pligidir. Masalan, misda erkin

elektronlar konsentratsiyasi $8,4 \cdot 10^{23} \text{ m}^{-3}$ ga teng. Elektronlar xuddi gaz kabi panjara ionlari orasidagi fazoni to'ldirib, tartibsiz va to'xtovsiz harakatda bo'ladi. Elektronlarning metallardagi tartibsiz harakat tezligi hisoblanganda taxminan 60–100 km/s ga teng chiqadi. Tashqi elektr maydon yo'qligida, o'tkazgichning istalgan kesim yuzasi orqali o'tuvchi elektronlar harakati xaotik bo'lganligidan elektr toki nolga teng bo'ladi.

2*. P. Drude va X. Lorenslar o'tkazuvchanlikning elektron nazariyasidan foydalanib zanjirning bir qismi uchun Om qonunini nazariy ravishda keltirib chiqarishdi.

Buning uchun uzunligi l , elektronlar konsentratsiyasi n va ko'ndalang kesim yuzi S bo'lgan o'tkazgichni qaraymiz (8.3-rasm). O'tkazgich uchlariga U kuchlanish berilsa, hosil bo'lgan maydon kuchlanganligi ta'sirida elektronlar $a =$ tezlanish oladi. t vaqtdan keyin elektronning tezligi bo'ladi. t – elektronlarning ikkita to'qnashishlari oralig'idagi vaqt. To'qnashishlarda elektron tezligi yo'nalishi o'zgaradi, lekin o'rtacha tezlik o'zgarmaydi $v_{\text{ort}} = \dots$ (8.2) Tok kuchi ta'rifi ga ko'ra

$$I = enSv_{\text{ort}} \quad (8.3)$$

Bunda (8.1) hisobga olinsa, $I = \dots$ (8.4) ga ega bo'lamiz. $\gamma = \dots$ ifoda elektr o'tkazuvchanlik deyiladi. $\gamma = \dots$ o'tkazuvchanlik ekanligi hisobga olinsa, $R = \dots$ elektr qarshiligi ning ifodasi kelib chiqadi. 8.3-rasm. $S \ I \ S \ I \ \Delta l \ v_0 \ \Delta t$ Bunda $\rho = \dots$ solishtirma qarshilik deyiladi. Solishtirma qarshilik deyilganda uzunligi 1 m , ko'ndalang kesim yuzasi 1 m^2 bo'lgan o'tkazgich qarshiligi tushuniladi. Shunday qilib **Zanjirning bir qismidan o'tuvchi tok kuchi, o'tkazgich uchlariga qo'yilgan kuchlanishga va o'tkazuvchanlikka to'g'ri proporsional bo'ladi.**

$$I = \gamma \cdot U. \quad (8.5)$$

Mazkur bog'lanishni XIX asr boshida tajriba yo'li bilan nemis fizigi G. Om topgan edi. Odatda, bunday bog'lanish $I = \dots$ (8.6) ko'rinishda ifodalanadi. O'zgarmas temperaturada ikkita metall o'tkazgichdan o'tuvchi tok kuchining o'tkazgich uchlariga qo'yilgan kuchlanishga bog'liqligi keltirilgan.

O'tkazgichlar, asboblari va iste'molchilardan o'tuvchi tok kuchining kuchlanishga bog'liqlik grafigi volt-amper xarakteristikasi deyiladi (VAX). Moddalarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi bo'yicha olingan natijalar sanoat va xalq xo'jaligida ishlatiladigan elektrotexnik mahsulotlarni tayyorlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Tok o'tkazuvchi kabel uchun, elektr tokini o'tkazish qobiliyatiga ko'ra, metall o'tkazgichlar tanlanadi. Material noto'g'ri tanlansa, kuchlanish o'zgarishi natijasida kabelning qizib ketishi hamda yong'in chiqishiga sabab bo'lishi mumkin.

Metallardan eng katta elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan material kumush hisoblanadi. Kumushning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 20 0 C da $63,3 \text{ MS/m}$ ga teng. Kumushdan elektr simlarini tayyorlash qimmatga tushib ketishi tufayli elektr o'tkazish qobiliyati jihatidan keyingi o'rinda turadigan misdan foydalaniladi. Uning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $58,14 \text{ MS/m}$ ga teng. Mis o'tkazgichlar maishiy turmushda va ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi.

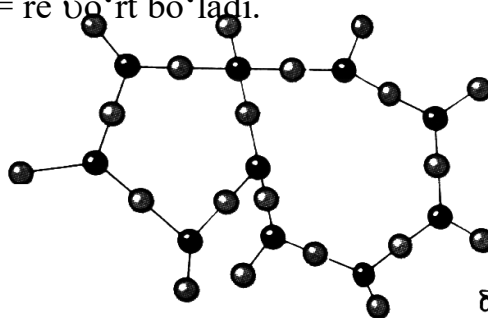
Erish temperaturasi yuqori bo'lganligidan u elektr yuklamalariga chidamli va qizigan holda uzoq muddat ishlay oladi. Ishlatilishiga ko'ra aluminiy o'tkazgichlar misdan keyingi o'rinda turadi. Uning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 20°C da 35,71 MS/m ga teng. Uning erish temperaturasi misga nisbatan taxminan ikki barobar kam bo'lib, yuklamalarga chidamliligi past. Solishtirma elektr o'tkazuvchanligi kichik bo'lgan (nixrom 0,9 MS/m, fexral 0,77 MS/m) qotishmalardan elektr isituvchi asboblarning spirallari tayyorlanadi.

Elektrolitlarda solishtirma elektr o'tkazuvchanlik temperaturaga, eritma konsentratsiyasiga, elektrolit tabiatiga bog'liq. Elektrolit eritmalarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi (metallardan farqli ravishda) temperatura ortishi bilan ortadi. Konsentratsiya ortishi bilan elektrolit eritmalarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi dastlab ortadi, so'ngra maksimal qiymatiga erishganidan so'ng kamaya boshlaydi. 136 Solishtirma qarshilik yoki solishtirma elektr o'tkazuvchanlikni o'lchash uchun kondyktometr deb ataluvchi asboblari ishlatiladi.

Kondyktometr yordamida suvning, kondensatning yoki bug'ning sifati nazorat qilinadi. Qo'llanilish sohasi – farmakologiya, meditsina, biokimyo, biofizika, kimyoviy texnologiya, oziq-ovqat sanoati, suvni tozalash va h.k.

Agar o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasidan istalgan teng vaqtlar ichida teng miqdordagi zaryadlar oqib o'tsa, o'tkazgichdan o'zgarimas tok o'tmoqda deyiladi. O'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasidan oqib o'tgan zaryad miqdori (q) ning shu sarflangan t vaqt oralig'iga nisbati bilan o'lchanadigan fizik kattalikka tok kuchi deyiladi: $I = \frac{q}{t}$ (8.7) Elektr tokining asosiy xarakteristikalaridan biri tok zichligi (j) hisoblanadi.

Tok zichligi deb, tok kuchi I ning tok oqib o'tayotgan yo'nalishga perpendikulyar bo'lgan ko'ndalang kesim yuzasi S ga nisbati bilan o'lchanadigan fizik kattalikka aytiladi. Tok kuchini $I = nevo'rtS$ ko'rinishda ifodalash mumkin. Bunda: n – zaryad tashuvchilar konsentratsiyasi; e – elektron zaryadi; $v_o'rt$ – zaryadli zarralar tartibli harakatining o'rtacha tezligi; S – tok o'tayotgan o'tkazgichning ko'ndalang kesim yuzasi. 137 U holda tok zichligini $j = \frac{I}{S} = nevo'rt$ (8.9) ne – ko'paytma zaryad zichligini xarakterlaydi (birlik hajmdagi zaryad). Shunga ko'ra $j = re v_o'rt$ bo'ladi.



Tok zichligi vektor kattalik bo'lib, musbat zarra tezligi $v_o'rt$ yo'nalishi bilan mos tushadi. O'tkazgichdagi tok zichligi, o'tkazgich qanchalik darajada elektr energiyasi bilan yuklanganligini ko'rsatadi. O'tkazgichda ortiqcha isroflarga yo'l qo'ymaslik hamda qimmatga tushmaslik uchun undagi tok zichligini optimal holda tanlash kerak bo'ladi. Tok zichligi kattaligiga o'tkazgich materiali ta'sir etmasa-da, texnikada o'tkazgichning solishtirma qarshiligi va uzunligiga qarab tanlanadi.

Maishiy maqsadlarda ishlatiladigan o'tkazgichlarni tokning tejamkor rejimiga moslab tanlanadi.

Xonadonlarda ishlatiladigan simlar uzun bo'lmaganligidan, uning tejamkor tok zichligini $6 - 15 \text{ A/mm}^2$ oralig'ida olinadi. Xonadondagi suvoq tagiga joylashtirilgan diametri $1,78 \text{ mm}$ ($2,5 \text{ mm}^2$) bo'lgan PVX izolyatsiyali mis o'tkazgich 30, hatto 50 A tok kuchiga bardosh bera oladi. Elektr uzatish liniyalarida tejamkor tok zichligi kichik bo'lib, $1-3,4 \text{ A/mm}^2$ atrofi da bo'ladi. Sanoat chastotasi (50 Hz) da ishlaydigan elektr mashinalari va transformatorlarida bu qiymat 1 dan 10 A/mm^2 gacha boradi. Suyuqliklarda elektr toki o'rganilganda elektrodalarda modda miqdori ajralib chiqqanligi bilan tanishsiz.

Demak, ayrim muhitlardan elektr toki o'tganida kimyoviy o'zgarishlar ro'y berar ekan. 8-sinfda, shuningdek, elektr toki o'tganda o'tkazgichlarning qizishini bilasiz. Demak, elektr tokining issiqlik ta'sirlari ham mavjud. Undan maishiy xizmat, sanoatda keng foydalaniladi.

O'tkazgichlardan tok o'tganda uning atrofi da magnit maydon bo'lishini ilk bor daniyalik olim Xans Kristian Ersted 1820-yilda aniqlagan edi. Shundan so'ng ko'p o'tmay fransuz olimi Andre Mari Amper tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'sirlashishini ochadi. Keyingi tadqiqotlar tokli o'tkazgichlar magnit maydoni orqali ta'sirlashishini ko'rsatdi. Tokning magnit ta'sirini o'rganish elektrotexnikaning kuchli rivojlanishiga olib keldi. Ta'kidlash joizki, tok metallardan, elektrolitlardan, gazlardan va yarim o'tkazgichlardan o'tganda ham tokning magnit ta'siri mavjud bo'ladi. Metallardan tok o'tganda uning kimyoviy ta'siri kuzatilmaydi.

Mavzu yuzasidan savollar:

1. Tok kuchi nima?
2. Tok zichligining maishiy xizmatdagi va sanoatdagi ahamiyati nimada?
3. Elektr tokining ta'sirlarini tushuntirib bering
4. Metallarda qanday zarralarning tartibli harakati tufayli elektr toki vujudga keladi?
5. Sanoatda faqat elektr o'tkazuvchanligi yuqori bo'lgan materiallar ishlatiladimi?
6. Asbobning volt-amper xarakteristikasi deyilganda nima tushuniladi?