

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS
TA’LIM VAZIRLIGI**

QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI

**5310200 – Elektr energetika
(Elektr ta’minoti) ta’lim yo‘nalishi**

“YO‘NALISHGA KIRISH” FANIDAN

AMALIY MASHG‘ULOT UCHUN

USLUBIY QO‘LLANMA



Qarshi – 2017

Muallif: f.-m.f.n. A.B. Sa'dullaev.

Taqrizchilar: Elektr energetika kafedrası dotsenti, texnika
fanlari nomzodi, M.M. Fayziev
Janubiy-g'arbiy magistral elektr tarmoqlariga
qarashli Qashqadaryo tumanlararo Yu.K.T.
etakchi muxandisi A.Xushmurodov.
Shurtan gaz MCHJ yetakchi muhandis elektrik
B.A.Bobonazarov

Ushbu uslubiy qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2015 yil 21 avgustdagi №314—sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan «Yo'nalishga kirish» fanining o'quv dasturi asosida tayyorlandi. Uslubiy qo'llanma 5310200-Elektr energetika (Elektr ta'minoti) ta'lim yo'nalishi bakalavrlari uchun muljallangan bo'lib, «Elektr energetikasi» kafedrası (Bayon №__, ____, 2017 y.) va «Energetika» fakulteti uslubiy komissiyasi (Bayon №__, ____, 2017 y.) yig'ilishlarida hamda Qarshi Muhandislik Iqtisodiyot Institutining uslubiy kengashida (Bayon №__, ____, 2017 y.) muhokama etilgan va o'quv jarayonida qo'llanilishiga tavsiya etilgan.

Qarshi muxandislik iqtisodiyot instituti

Soʻz boshi

Respublikamizda yoshlarning aqliy va maʼnaviy salohiyatini oshirishda taʼlim va texnologiyalarni rivojlantirish ustuvor yoʻnalishlardan biri ekanligini eʼtiborga olgan holda, hozirgi vaqtda oliy taʼlim muassasalarida kelajakda jamiyatimizga yetuk, raqobatbardosh malakali mutaxassislarni tayyorlab berishga alohida eʼtibor qaratilmoqda. Bu maqsadni amalga oshirish uchun esa talabalardan mutaxassislik fanlarini mukammal oʻzlashtirishi talab etiladi. Shu maʼnoda aytib oʻtish joizki, talabalarda nazariy olingan bilimlarni amalda qoʻllay olish koʻnikmasi toʻliq shakllangan boʻlishi, yaʼni oʻzlashtirgan bilimlari asosida mazkur fanning asl mazmun va mohiyatini mukammal anglab etgan boʻlishlari lozim.

5310200-Elektr energetika (Elektr taʼminoti) taʼlim yoʻnalishida tahsil olayotgan talabalarni «Yoʻnalishga kirish» fanidan chuqur bilimga ega boʻlishi, ularning ongida elektr energiyasini ishlab chiqish, olis masofalarga uzatish va isteʼmolchilarga taqsimlash jarayoni bilan bir qatorda elektr energiya ishlab chiqaruvchi turli manbalarning ishlash prinsipi, tabiatdagi energiya zaxiralari hamda energetika tizimining jamiyatda tutgan oʻrni toʻgʻrisida aniq tasavvurni shakllantiradi. Bu esa talabalar ongida oʻzlashtirilgan nazariy bilimlarni amalda qoʻllay olish koʻnikmasini shakllanishi uchun asos boʻladi.

Ushbu uslubiy qoʻllanmada yuqorida bayon etilgan bilim, malaka va koʻnikmalarni talabalar ongida osonroq shakllantirish asosiy maqsad qilib olingan boʻlib, amaliy mashgʻulotda mavzularga oid masalarni talabalarning tayanch (boshlangʻich) bilimlarini eʼtiborga olgan holda nisbatan eng soddada masalalarni murakkablik darajasi ortib borish tartibida rejalashtirildi. Shuningdek, har bir mavzuning xususiyatidan kelib chiqqan holda mavzu boʻyicha keltirilgan maʼlumotlar yoki namuna sifatida yechimi koʻrsatilgan hamda mustaqil yechish uchun rejalashtirilgan masalalar talabalarni tegishli mavzularning asl mohiyatini toʻliq anglab yetishlari uchun asos boʻla olishiga alohida eʼtibor qaratildi.

Uslubiy qoʻllanma Oʻzbekiston Respublikasi Oliy va oʻrta maxsus taʼlim vazirligining 2015 yil 21 avgustdagi №314–sonli buyrugʻi bilan tasdiqlangan «Yoʻnalishga kirish» fanining oʻquv dasturi asosida tayyorlandi. Uslubiy qoʻllanma 5310200-Elektr energetika (Elektr taʼminoti) taʼlim yoʻnalishida tahsil olayotgan bakalavrlar uchun moʻljallangan boʻlib, professor-oʻqituvchilar ham oʻquv mashgʻulotlarida keng foydalanishlari mumkin.

«Yoʻnalishga kirish» fanidan amaliy mashgʻulotlar uchun mazkur uslubiy qoʻllanma 5310200-Elektr energetika (Elektr taʼminoti) taʼlim yoʻnalishining Oʻzbekiston Respublikasi oliy va oʻrta maxsus taʼlim vazirligining 2016 yil 6-aprel №137-sonli buyrugʻi bilan tasdiqlangan oʻquv rejasida “Yoʻnalishga kirish” fanidan amaliy mashgʻulot uchun 36 soat belgilanganligini eʼtiborga olib, 18-soatga moʻljallab tayyorlangan uslubiy qoʻllanma asosida yangilandi.

Bir necha yillik tajribamizdan ma'lumki, «Yo'nalishga kirish» fanidan amaliy mashg'ulotlarda turli xil murakkablikdagi zanjirlarning elektr parametrlarini hisoblashda va elektr hodisalariga oid masalalarni mustaqil yechish jarayonida masalaning shartida bayon etilgan hodisani to'liq ifodalovchi matematik tenglamalarni o'z xotirasida saqlab qolmagan hollarda, talabalarda mazkur masalaga oid natijaviy ishchi formulani keltirib chiqarish yoki tegishli nazariy ma'lumotlarni adabiyotlardan qidirib topish muammosi paydo bo'ladi. Ushbu muammoni oson hal etish maqsadida qo'llanmaning har bir mavzusiga tegishli masalalarni echish uchun zarur bo'lgan asosiy nazariy ma'lumotlarning qisqacha tasnifi berilgan. Qo'llanmada shuningdek, talabalarda masalalarni mustaqil yecha olish ko'nikmalarini tez va oson shakllantirish maqsadida hajmi va murakkablik darajasini e'tiborga olgan holda, har bir mavzuga oid qiyinchilik darajasi ortib boradigan tartibda namunaviy masalalar batafsil tahlili bilan yechib ko'rsatilgan. Talabalarning o'quv mashg'ulotlaridan so'ng uyida mustaqil ishlashi hamda olingan bilimlarini yanada mustahkamlashiga imkon yaratish maqsadida har bir mavzuga oid o'rtacha qiyinchilikdagi beshtadan masalalar mustaqil echish uchun rejalashtirilgan. Shuningdek, fan dasturida rejalashtirilgan mavzularning xususiyatlaridan kelib chiqqan holda ayrim mavzularga oid nazariy ma'lumotlar kengroq va talabalarga tushunarli tarzda yoritilgan. Yana shuni ta'kidlab o'tish joizki, uslubiy qo'llanma talabalarga ma'lum tartib asosida «Yo'nalishga kirish» fani bilan shug'ullanish imkoniyatini yaratadi hamda ularni ushbu fanning asosiy mazmun va mohiyatini chuqur anglab etishlariga hamda elektr energiyasini ishlab chiqarish, olis masofalarga uzatish, iste'molchilarga taqsimlash sohalarida fikrlash qobiliyatini oshirishiga yordam beradi.

«Yo'nalishga kirish» fanidan masalalarni yechishga doir ko'rsatmalar

Mazkur fanni mukammal o'rganishda, masalalarni mustaqil ravishda yechish muhim ahamiyatga egadir. Masalani mustaqil yechish, olingan nazariy bilimlarni mustahkamlash bilan bir qatorda talabalarda uni amalda qo'llay olish malakasini yanada oshishiga sabab bo'ladi. Tajribadan olingan natijalarga asoslanib ta'kidlash joizki, masalalarni echish quyidagi ketma-ketlik asosida amalga oshirilishi maqsadga muvofiqdir:

- Masalaning shartini diqqat bilan o'qish va bajarilishi talab etilgan vazifani to'liq anglab yetish;
- Masalaning sharti bayonini daftarga to'liq ko'chirish;
- Masalani shartida berilgan har bir kattalikni o'lchov birligini xalqaro birliklar tizimida ifodalash va berilgan hamda aniqlanishi talab etilgan kattaliklar haqida ma'lumotni ustuncha shaklida yozish;

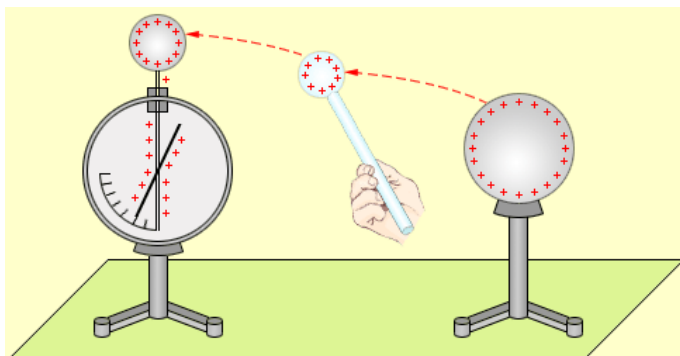
- Zaruriy hollarda masalaning shartida bayon etilgan jarayonni va elektr zanjir sxemasini albatta chizmada tasvirlash yoki mazkur jarayonga tegishli kattaliklarni o‘zaro bog‘lanishini ifodalovchi grafiklarni chizish lozim;
- Masalani shartida bayon etilgan jarayonni to‘liq ifodalovchi formulalarni ko‘rsatish va formulada ishlatilgan harfiy belgilanishlarning mohiyatini tushuntirish;
- Aniqlanishi talab etilgan kattalikning masalani shartida berilgan kattaliklar orqali ifodalovchi ishchi formulasini keltirib chiqarish va tushuntirish;
- Ishchi formulada qatnashgan fizik kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo‘yib, tegishli matematik amallarni bajarish va aniqlanishi talab etilgan kattalikning son qiymatini topish.
- Ishchi formuladagi kattaliklarning xalqaro birliklar tizimidagi o‘lchov birliklarini qo‘yish va aniqlangan kattalikning o‘lchov birligiga mosligini tekshirish natijasida masalani to‘g‘ri yechilganligiga ishonch hosil qilish;
- Xulosa chiqarish.

1.Mavzu. Elektr texnikaning asosiy qonunlarini o‘rganish

Qisqacha nazariy qism

Elektr zaryadi. Tajribalardan ma’lum ediki, ba’zi jismlar bir-biriga ishqalanganda ular yengil jismlarni o‘ziga tortish xususiyatiga ega bo‘lib qolardi. Shunga o‘xshash tajribalar asosida ingliz fizigi Gelbert bu hodisani elektrlanish deb atadi.

Jismlarning zaryadlanishi hodisasining mohiyatini asoslash uchun bunday jismlarda elektr zaryadlar mavjud, jismlarning o‘zini esa zaryadlangan jismlar deb ataldi. Tajribalardan ma’lum bo‘ldiki, zaryadlangan barcha jismlar o‘zaro ta’sirlashadi, ya’ni bir-biri bilan tortishadi yoki itarishadi.



1.1-rasm. Zaryadlangan jism zaryadini elektrometrga uzatilishi.

Bu kabi tajribalardan shunday xulosa chiqadiki, tabiatda turli xil moddalar juda ko‘p bo‘lishiga qaramasdan, faqat ikki tur elektr zaryadlari mavjud, ular ipakka ishqalangan shishadan hosil bo‘ladigan zaryadlarga o‘xshash zaryadlar va junga ishqalangan ebonitda hosil bo‘ladigan zaryadlarga o‘xshash zaryadlardir. Bu zaryadlarning birinchisini shartli ravishda musbat (+) zaryadlar, ikkinchisini manfiy (-) zaryadlar deb ataldi. Shu tariqa zaryadlangan jismlarning bir-biri bilan

o‘zaro ta’sirlashish mohiyati aniqlandi. Jism zaryadlangandan so‘ng zaryadini elektrometr ga uzatish jarayoni 1.1-rasmda tasvirlangan.

1897 yilda J.Tomson tomonidan elektron, E.Rezerford tomonidan proton kashf etilishi natijasida barcha elektr hodisalarini, zaryadlangan elementar zarrachalarning mavjudligi asosida tushuntiruvchi gipotiza to‘liq isbotlandi. Barcha elementar zarralarning zaryadi kattalik jihatdan elektron zaryadiga teng va elementar elektr zaryad deb ataldi. Elementar zaryadning son qiymati $e = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$ ga teng. Xulosa qilib aytish mumkinki, barcha zaryadlangan jismlarda musbat va manfiy zaryadlar soni turlicha, zaryadlanmagan jismlarda esa ularning soni teng.

Elektr zaryadining saqlanish qonuni. Tajriba natijalari shuni tasdiqladiki, elektr zaryadlari bir jismdan ikkinchisiga ko‘chishi va bir jismning o‘zida qayta taqsimlanishi mumkin, ammo u yo‘qolishi va yangidan paydo bo‘lishi mumkin emas. Xulosa qilib aytganda izolyasiyalangan sistemada elektr zaryadlarining algebraik yig‘indisi o‘zgarmaydi. Bu qoida elektr zaryadining saqlanish qonuni deyiladi va sistema n ta zaryaddan tashkil topgan bo‘lsa, quyidagicha ifodalanadi:

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \sum_{i=1}^n q_i = \text{const} \quad (1.1).$$

Elektr zaryadining saqlanish qonuni yopiq sistema uchun, ya’ni tashqaridan elektr zaryadli zarralar kirmaydigan va tashqariga bunday zarrachalar chiqmaydigan sistema uchun o‘rinli.

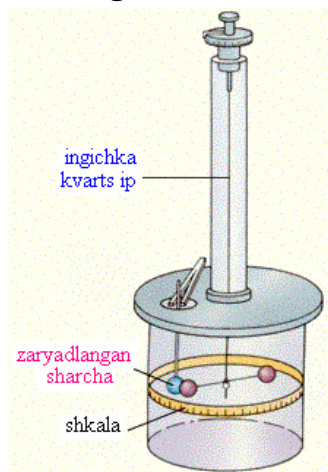
Elektr zaryadining diskretligi. Elektr zaryadining yana bir muhim xususiyati uning diskretligidir, ya’ni q miqdorda zaryadlangan jismning umumiy zaryadi, jism tarkibidagi elementar zaryadlarning yig‘indisidan iborat. Boshqacha aytganda, elementar zaryad kattaligi elektron zaryadiga tengligi sababli, jismning umumiy zaryadi diskret bo‘lib, $q = \pm ne$ (1.2) ko‘rinishda ifodalanadi. Bu yerda n butun sonlar. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatadiki, zaryadlanish jarayonida jism o‘zidan butun sonli elektronlarni yo‘qotib, $q = +ne$ musbat zaryadga yoki butun sonli elektronlarni olib, $q = -ne$ manfiy zaryadga ega bo‘ladi. Elektr zaryadining diskretligining ma’nosi shundan iboratki, istalgan miqdorda zaryadlangan jismning zaryadi, zaryadlanish jarayonida uzluksiz o‘zgarmasdan, balki elektron zaryadiga teng zaryad kattaligida uzlukli o‘zgarib boradi.

Kulon qonuni. Zaryadli zarrachalarning o‘zaro ta’sirining fizik mohiyatini fransuz fizigi Sh.Kulon 2-rasmda tasvirlangan tajriba qurilmasi asosida aniqladi. Unga ko‘ra ikkita nuqtaviy zaryad vakuumda zaryadlarning ko‘paytmasiga to‘g‘ri proporsional, ular orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional bo‘lgan va bu zaryadlarni tutashtiruvchi to‘g‘ri chiziq bo‘yicha yo‘nalgan $\vec{F}$ kuch bilan o‘zaro ta’sirlashadi, o‘zaro ta’sir kuchi matematik jihatdan quyidagicha ifodalanadi:

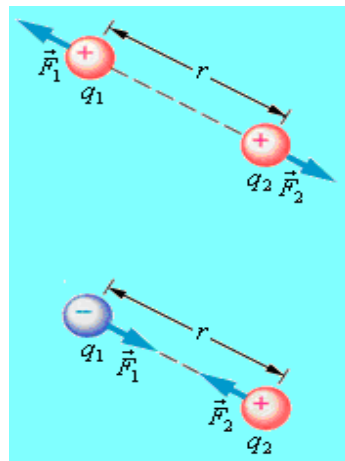
$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (1.3),$$

bu yerda k – proporsionallik koeffitsientining ifodasi $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ (1.4) shaklda

bo‘lib, ϵ_0 -kattalikka elektr doimiysi deyiladi. Uning son qiymati $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$ ga teng, ϵ -muhitning dielektrik singdiruvchanligi deb atalib, u zaryadli zarrachalarning o‘zaro ta’sir etuvchi kuchini biror bir dielektrik muhitda vakuumdagiga nisbatan necha marta kamayishini tavsiflaydi va dielektrik moddaning turiga bog‘liq bo‘lgan kattalikdir. Turli xil dielektrik moddalar uchun dielektrik singdiruvchanlikning son qiymatlari ilovada keltirilgan (1-jadval). Bir-biridan biror r masofada turgan ikkita bir xil ismli va har xil ismli elektr zaryadlarining o‘zaro ta’siri 1.3-rasmda tasvirlangan.



1.2-rasm. Kulon qonuni tajriba qurilmasi.



1.3-rasm. Zaryadlarning o‘zaro ta’siri.

Elektr zaryadni ko‘chirishda bajarilgan ish. Elektrostatik maydonga q_0 sinov zaryadi kiritilsa, unga elektr maydon tomonida F Kulon kuchi ta’sir etishi natijasida ko‘chadi, ya’ni mexanik ish bajariladi. U holda elementar bajarilgan mexanik ish matematik jihatdan $dA = F \cdot dr \cos \alpha$ (1.5), tenglama bilan ifodalanadi. Bu yerda dr – elektrostatik maydonning ko‘rilayotgan ikki nuqtasi orasidagi masofa, α - kuch vektori bilan dr ko‘chish orasidagi burchak. Bu holda ish tashqi kuch hisobiga bajarilgani uchun (chunki bu holda q_0 zaryadni faqat tashqi kuch harakatlantiradi) $A > 0$ bo‘ladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$A = - \int_{r_1}^{r_2} F \cdot dr = - \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r^2} = \frac{qq_0}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (1.6) \text{ yoki } A = q_0 \left(\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_1} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r_2} \right) \quad (1.7).$$

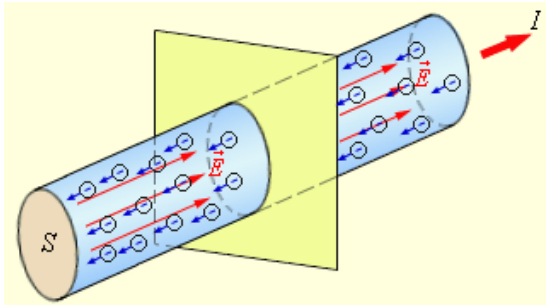
Agarda, $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} = \phi$ (1.8) deb belgilasak, ϕ -kattalik elektr maydonning potentsiali yoki elektr potentsial deyiladi. U ko‘chirilayotgan zaryad kattaligiga bog‘liq bo‘lmaydi. Elektr zaryadni ko‘chirishda bajarilgan ishni elektr maydon potentsiali

orqali ifodalasak: $A = q_0(\varphi_1 - \varphi_2)$ (1.9) yoki $\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A}{q_0}$ (1.10) ko'rinishga ega

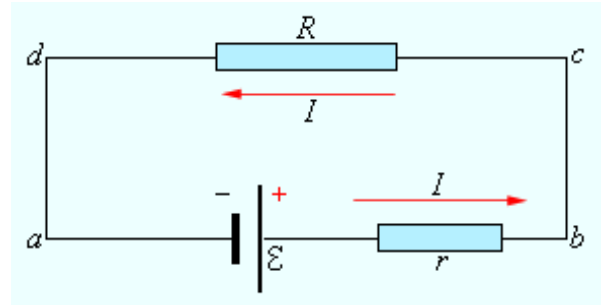
bo'ladi. Demak, maydonning ikki nuqtasi orasidagi potentsiallar ayirmasi $\varphi_1 - \varphi_2$, maydon tomonidan bir-birlik musbat sinov zaryadini elektr maydonning φ_1 potentsialli nuqtasidan φ_2 potentsialli nuqtasiga ko'chirishda bajarilgan ishga teng.

Zaryadni elektr maydonida ko'chirishda bajarilgan ish (1.7) tenglamaga asosan ko'chirish yo'lining shakliga bog'lik bo'lmasdan faqat yo'lining boshlang'ich va oxirgi nuqtalarining potentsiallari ayirmasiga bog'liq, shu sababli elektr maydoni potentsial maydon deb ataladi.

Nemis fizigi G.Om qonuni. Elektr zaryadli zarrachalarning tartibli harakatiga elektr toki deb atalishini e'tiborga olsak, zaryadli zarrachalarning har qanday harakati tashqi kuch ta'sirida sodir etilishi natijasida mexanik ish bajarilishini hisobga olish lozim (1.4-rasm).



1.4-rasm. O'tkazgichda elektronlarning tartibli harakati.



1.5-rasm. O'zgarmas tok elektr zanjiri.

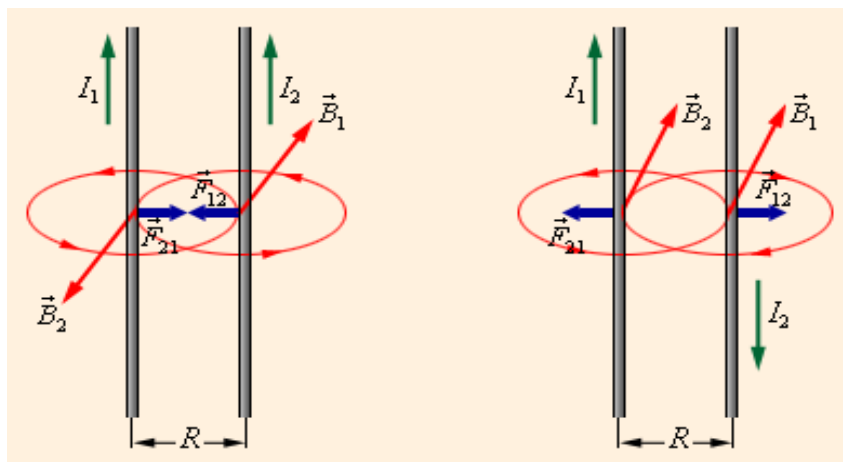
Nemis olimi G.Om o'tkazgichdan o'tayotgan elektr tok kuchi kuchlanishga bog'liq ekanligini tajribada tekshirish orqali ushbu qonunni kashf etdi. U quyidagicha ta'riflanadi: *zanjirning bir qismidan oqib o'tayotgan tok kuchi kuchlanishga to'g'ri, o'tkazgichning elektr qarshiligiga teskari proporsional bo'lib*, matematik jihatdan $I = \frac{U}{R}$ (1.11) tenglama bilan ifodalanadi. Bu yerda R - o'tkazgichning qarshiligi, u o'tkazgich materialining ichki tuzilishi hamda geometrik o'lchamlariga bog'liq. Agarda elektr zanjir berk bo'lsa (1.5-rasm), u

holda qonuniyat quyidagi shaklda ifodalanadi: $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ (1.12). Bu yerda ε -berk zanjirdagi elektr yurituvchi kuch, $R+r$ kattalik elektr zanjirdagi umumiy qarshilik.

Elektr toklarining o'zaro ta'siri. Amper tajribada ikkita parallel o'tkazgichdan bir tomonga tok o'tayotganda tokli o'tkazgichlarni o'zaro tortishishini, qarama-qarshi yo'nalishda o'tayotganda esa (1.6-rasm) o'zaro itarishishini aniqladi va tokli o'tkazgichlarning o'zaro ta'sir qonunini kashf etdi. Ta'sir kuchining moduli quyidagi formuladan foydalanib topiladi:

$$dF = kIBdl \sin(\alpha) \quad (1.13).$$

Joul-Lens qonuni. Agar zanjirning biror qismida hech qanday kimyoviy reaksiyalar sodir bo‘lmasa, tokning ishi to‘liq issiqlikka aylanadi. Bu xulosa nazariy jihatdan va tajribada isbot qilingan. Ingliz olimi J.Joul va rus fizigi E.Lens o‘z tajribalarida tokning issiqlik tasirini o‘rgandilar.



1.6-rasm. Parallel tokli o‘tkazgichlarning o‘zaro ta’siri.

Tajriba natijalari asosida o‘tkazgichda elektr toki ajratib chiqargan issiqlik miqdori elektr maydonining o‘tkazgich qarshiligini engishga sarflanadigan ishga teng ekanligini va matematik jihatidan:

$$A = Q = I^2 R \Delta t \quad (1.13)$$

tenglama orqali ifodalanishini isbotlab berdi. Bu ifodaga Joul-Lens qonuni deyiladi va unga muvofiq o‘tkazgichdan tok o‘tganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori o‘tkazgich qarshiligiga, tok kuchining kvadratiga va tokning o‘tish vaqtiga proporsionaldir.

O‘tkazgich qarshiligining $R = \rho \frac{l}{S}$ (1.14) ifodasiga muvofiq, R -qarshilik

o‘tkazgich materialining turiga bog‘liq ekanligini e’tiborga olsak, o‘z navbatida o‘tkazgich materialining ρ -solishtirma qarshiligining haroratga bog‘liqligini ham inobatga olish lozim. U holda qizigan o‘tkazgichning qarshiligi R_t - uning 0°C haroratdagi R_0 qarshiligining termik qarshilik binomi $(1 + \alpha t)$ ga ko‘paytmasiga teng, ya’ni: $R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha t)$ (1.15), bu yerda α - o‘tkazgich qarshiligining harorat koeffitsienti. Agar tok o‘tadigan o‘tkazgichlar birinchi tur o‘tkazgich bo‘lsagina, bajarilgan ish to‘liq issiqlikka aylanadi. Agar elektr toki issiqlikdan tashqari mexanik ish bajarsa, masalan motor ishlab tursa, ishning bir qismi motorni aylantirishga ketadi. Bunda $A > Q$ bo‘ladi va bunday hollarda I , U , R orasidagi bog‘lanish murakkablashadi. Demak, Joul-Lens qonunining (1.13) shaklidagi ifodasi bajarilgan ishning hammasi issiqlikka aylanadigan hollar uchun o‘rinlidir.

Amalda R_1 va R_2 qarshilikli o‘tkazgichlar ketma-ket ulanganda elektr zanjirdan ajralgan issiqlik miqdorini quyidagicha ifodalash mumkin: $Q_1 = I^2 R_1 t$,

$Q_2 = I^2 R_2 t$ (1.16), tenglamadan ajralib chiqqan issiqlik miqdorlari nisbatini ifodalovchi quyidagi tenglikni hosil qilamiz: $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2}$ (1.17).

O'tkazgichlar ketma-ket ulanganda ularning har biridan ajralib chiqqan issiqlik miqdorlari shu o'tkazgich qarshiligiga to'g'ri proporsionaldir. R_1 va R_2 qarshilikli o'tkazgichlar parallel ulanganda esa elektr zanjirdan ajralib chiqqan issiqlik miqdorini quyidagicha ifodalash mumkin: $Q_1 = U^2 \frac{t}{R_1}$ va $Q_2 = U^2 \frac{t}{R_2}$ (1.18).

Tenglamadan ajralib chiqqan issiqlik miqdorlari nisbatini ifodalovchi quyidagi tenglikni hosil qilamiz: $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1}$ (1.19).

Zanjirning elektr yurituvchi kuch bo'lmagan parallel ulangan qismlarida tok ajratgan issiqlik miqdori shu qismlar qarshiliklariga teskari proporsionaldir. (1.16) va (1.19) ifodalardan ko'rinib turibdiki, o'tkazgichlarni ketma-ket ulashda natijaviy elektr qarshilik katta bo'lib, o'tkazgichda kam issiqlik ajraladi va aksincha, o'tkazgichlarni parallel ulashda natijaviy qarshilik kichik bo'lib, katta miqdorda issiqlik ajralib chiqadi.

Kirxgof qonunlari. Elektr zanjirlarni shartli ravishda oddiy va murakkab yoki tarmoqlangan elektr zanjirlarga ajratish mumkin. Oddiy elektr zanjirlarda tarmoqlar mavjud bo'lmaydi va elementlar elektr zanjirda birin-ketin ulangan bo'ladi. Elektr zanjirining uch va undan ortiq o'tkazgichlarning tutashgan nuqtasi tugun deyiladi (1.7-rasm). Elektr zanjirning kattaliklarini hisoblashda tugunga kiruvchi toklarning ishorasi shartli ravishda musbat, tugundan chiquvchi toklarning ishorasi esa manfiy deb qabul qilinadi. Bir nechta tugunlardan iborat elektr zanjirlar murakkab tarmoqlangan zanjirlar deb ataladi (1.8-rasm). Tarmoqlangan zanjirlarning har bir tarmog'idan o'tayotgan tok kuchlarini hisoblash ko'p qiyinchiliklarga olib keladi. Chunki har bir tarmoqdan o'tayotgan tok faqat shu tarmoqdagi EYuK, qarshiliklarga bog'liq bo'lmay, balki zanjirdagi umumiy potensial taqsimotiga ham bog'liq bo'lib qoladi. Shu sababli, tarmoqlangan zanjirlar Kirxgof qonunlari yordamida hisoblanadi. Tarmoqlangan elektr zanjirlarni Kirxgof qonunlari yordamida hisoblashda quyidagi shartlarga qat'iy rioya qilinishi shart:

- Elektr zanjirning har bir qismidagi R qarshilik deganda, shu qismdagi barcha tashqi va ichki qarshiliklarning yig'indisi tushuniladi;
- Elektr zanjirning ayrim qismlaridagi tokning yo'nalishi konturni aylanish yo'nalishi bilan mos tushsa, bunday tokni musbat ishorali, aks holda manfiy ishorali deb hisoblanadi;

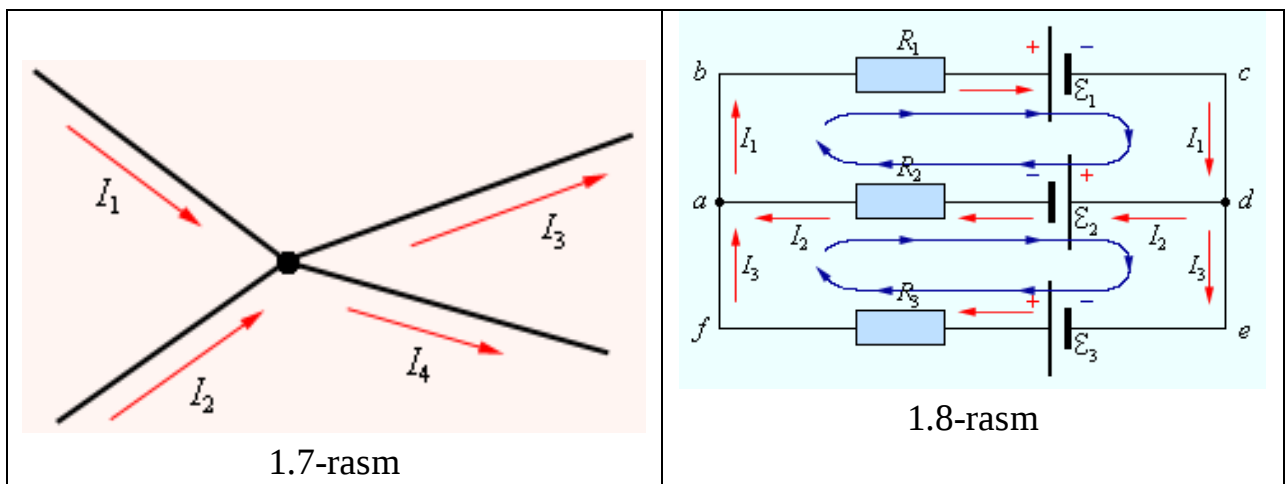
- Elektr zanjirdagi tok manbalarining manfiy qutbidan musbat qutbi tomon yurish kontur tokining aylanish yoʻnalishi bilan mos tushsa, manbaning elektr yurituvchi kuchi musbat ishora bilan aks holda manfiy ishora bilan olinadi.

Kirxgofning birinchi qonuni elektr zanjirning tugunlari uchun oʻrinli boʻlib, unga asosan har bir tugunda toklarning algebraik yigʻindisi nolga teng boʻladi. Bu taʼrif baʼzan boshqacharoq, yaʼni tugunga kiruvchi toklarning algebraik yigʻindisi tugundan chiquvchi toklarning algebraik yigʻindisiga teng deb ham taʼriflanadi va matematik jihatdan quyidagicha ifodalanadi:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0 \quad (1.20) \text{ yoki } I_1 + I_2 = I_3 + I_4 \quad (1.21).$$

Murakkab elektr zanjirlarni hisoblash uchun Kirxgofning birinchi qonuni yetarli boʻlmaydi, shu sababli ikkinchi qonundan foydalaniladi. Kirxgofning ikkinchi qonuni quyidagicha taʼriflanadi: tarmoqlangan zanjirning har bir berk konturining tomonlaridan oʻtayotgan tok kuchlarining qarshiliklarga koʻpaytmalarining algebraik yigʻindisi, shu berk konturdagi tok manbalarining elektr yurituvchi kuchlarining algebraik yigʻindisiga teng va matematik jihatdan quyidagicha ifodalanadi:

$$\sum_{i=1}^n I_i \cdot R_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \quad (1.22).$$



Kirxgofning 1 va 2-qonunlari asosida ifodalangan (1.20), (1.22) tenglamalar istalgan tarmoqlangan elektr zanjirlarni hisoblashda bizga chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini beradi hamda ushbu tenglamalar sistemasini yechish orqali tarmoqlangan zanjirlarning kattaliklari hisoblab topiladi.

Mustaqil oʻqib oʻzlashtirish uchun mavzular

1. Elektr maydon kuchlanganligi, potentsiali va potentsiallar farqi.
2. Elektr maydon energiyasi.
3. Metallarda elektr toki va elektr tokining issiqlik taʼsirlari.
4. Oʻzgarmas tokning magnit maydoni.
5. Tokli oʻtkazgichning magnit momenti va Amper kuchi.

2.Mavzu. Joul-Lens qonuniga doir masalalar yechish

Asosiy formula va tenglamalar

Elektr zanjirning biror qismida hech qanday kimyoviy reaksiyalar sodir bo'lmasa, tokning ishi to'liq issiqlikka aylanadi va quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$A = Q = I^2 R \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t \quad (2.1),$$

bu yerda I – tok kuchi, R o'tkazgich materialining elektr qarshiligi, U – o'tkazgich uchlaridagi potentsiallar farqi yoki kuchlanish, Δt – vaqt. (2.1) tenglama Joul-Lens qonunining matematik ifodasidir.

O'tkazgichning elektr qarshiligi $R = \rho \frac{l}{S}$ (2.2) tenglama bilan ifodalanadi, bu yerda R - qarshilik, ρ - solishtirma qarshilik, l - o'tkazgichning uzunligi, S - ko'ndalang kesimi yuzasi. Elektr zanjirida R_1 va R_2 qarshiliklar o'zaro ketma-ket va parallel ulangan hollarda ajralib chiqadigan issiqlik miqdorlari nisbati mos ravishda quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi: $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_1}{R_2}$ (2.3), $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{R_2}{R_1}$ (2.4).

Jismga berilgan issiqlik miqdori $Q = mc\Delta T$ (2.5) tenglama bilan ifodalanadi, bu yerda m - jismning massasi, c - solishtirma issiqlik sig'imi, ΔT - jismning haroratini o'zgarishi.

O'tkazgichning qarshiligi R_t - uning 0°C haroratdagi R_0 qarshiligidan termik qarshilik binomi $(1 + \alpha t)$ ga ko'paytmasiga teng, ya'ni: $R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha t)$ (2.6), bu yerda α - o'tkazgich qarshiligidan harorat koeffitsienti.

Masalalar yechish namunalari

Masala №2.1.

Bir jinsli $l = 100$ metr uzunlikdagi temir o'tkazgich $U = 100$ Volt kuchlanishli tok manbaiga $t = 10$ sekund vaqt davomida ulandi. O'tkazgich haroratining o'zgarishi topilsin?

Berilgan:

$$l = 100 \text{ m}, U = 100 \text{ V},$$

$$t = 10 \text{ s}, c = 0,46 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kgK}},$$

$$\rho = 1,2 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{m},$$

$$D = 7,8 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Topish kerak:

$$\Delta T = ?$$

Yechish. Temir o'tkazgichning haroratini ΔT miqdorga oshirish uchun $Q = cm\Delta T$ (1) issiqlik miqdori talab etiladi. (1) tenglamada c - temir o'tkazgichning solishtirma issiqlik sig'imi, m - massasi. Agarda o'tkazgich massasining $m = D \cdot V = D \cdot S \cdot l$ (2) ifodasini etiborga olsak, u holda Joul-Lens qonuniga muvofiq:

$$Q = I^2 \cdot R t = \frac{U^2 t}{R} \quad (3) \text{ bo'lib, elektr qarshilikning}$$

$R = \rho \frac{l}{S}$ (4) ifodasini (3) tenglamaga qo'ysak: $Q = \frac{U^2 t}{\rho \frac{l}{S}} = \frac{U^2 S t}{\rho l}$ (5) bo'lib, bu yerda

S - o'tkazgichning ko'ndalang kesimi yuzasi, ρ - o'tkazgich tayyorlangan materialning solishtirma qarshiligi, D - temir o'tkazgichning zichligi. (1) va (5) tenglamalarni o'ng va chap tomonlarini o'zaro tenglashtirib, ΔT - harorat o'zgarishining quyidagi ifodasini hosil qilamiz: $cm\Delta T = \frac{U^2 S t}{\rho l}$ (6) yoki

$$\Delta T = \frac{U^2 S t}{\rho l c m} = \frac{U^2 S t}{\rho l c D S l} = \frac{U^2 t}{\rho l^2 c D} \quad (7).$$

Endi masalaning shartida berilgan kattaliklarning son qiymatlarini (7) tenglamaga qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, ΔT - harorat o'zgarishini topamiz:

$$\Delta T = \frac{U^2 t}{\rho l^2 c D} = \frac{(100V)^2 \cdot 10s}{0,46 \cdot 10^3 \frac{J}{kg \cdot K} \cdot 7,8 \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3} \cdot (10^2 m)^2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-7} \Omega \cdot m} \approx 23,3 \text{ } ^\circ K$$

Javob: $\Delta T \approx 23,3 \text{ } ^\circ K$

Masala №2.2.

Ichki qarshiligi $r = 4 \Omega$ va elektr yurituvchi kuchi $\varepsilon = 12 V$ tok manbai tashqi $R = 8 \Omega$ qarshilikka ulangan. Elektr zanjirning tashqi qarshiligidan $t = 1$ sekundda ajralib chiqqan issiqlik miqdori topilsin?

Berilgan:

$$r = 4 \Omega, \quad \varepsilon = 12 V,$$

$$R = 8 \Omega, \quad t = 1 s.$$

Topish kerak:

$$Q = ?$$

Yechish.

Joul-Lens qonuniga muvofiq R - qarshilikli tashqi elektr zanjiridan ajralib chiqqan issiqlik miqdori quyidagicha ifodalanadi:

$$Q = I^2 R t \quad (1).$$

Berk zanjir uchun G.Om qonuniga muvofiq zanjirdan oqib o'tayotgan tok kuchi: $I = \frac{\varepsilon}{(R+r)^2}$ (2) bo'lib, tok kuchining (2) ifodasini (1) tenglamaga

$$\text{qo'ysak: } Q = \left(\frac{\varepsilon}{R+r}\right)^2 \cdot R t \quad (3).$$

Tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, tashqi qarshilikda ajralib chiqqan issiqlik miqdorini topamiz:

$$Q = \left(\frac{\varepsilon}{R+r}\right)^2 \cdot R t = \left(\frac{12 V}{8 \Omega + 4 \Omega}\right)^2 \cdot 8 \Omega \cdot 1 s = 8 J.$$

Javob: $Q = 8 J$.

Masala №2.3.

Agar o'tkazgichning ko'ndalang kesimidan $q = 1,5 \text{ Kl}$ zaryad o'tib, o'tkazgichdagi kuchlanish tushuvi $U = 2 \text{ V}$ bo'lsa, elektr toki qanday ish bajaradi.

Berilgan:

$$q = 1,5 \text{ Kl}, U = 2 \text{ V},$$

Topish kerak:

$$A = ?$$

Yechish.

Elektr tokining A bajargan ishi Joul-Lens qonuniga muvofiq elektr zanjirida ajralib chiqqan issiqlik miqdori teng deb hisoblasak, u holda elektr tokining bajargan ishini quyidagicha ifodalash mumkin: $Q = A = I^2 R t$ (1). Tok kuchining kattaligi masalaning shartida berilmagan. Shu sababli tok kuchining $I = \frac{q}{t}$ (2)

ifodasini (1) tenglamaga qo'ysak: $A = \left(\frac{q}{t}\right)^2 \cdot R t = \frac{q}{t} \cdot R \cdot q$ (3).

Zanjirning bir qismi uchun G. Om qonuniga muvofiq $U = R \cdot I$ (4) ekanligini e'tiborga olsak, u holda (3) tenglamani quyidagi shaklda ifodalash mumkin:

$A = \frac{q}{t} \cdot R \cdot q = q \cdot U$ (5). Tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, elektr tokining bajargan ishini topamiz: $A = q \cdot U = 1,5 \text{ Kl} \cdot 2 \text{ V} = 3 \text{ J}$.

Javob: $A = 3 \text{ J}$.

Masala №2.4.

Agar mis o'tkazgich orqali $j = 4 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$ zichligidagi tok oqib o'tayotgan bo'lsa, $t = 50$ sekund vaqt davomida mis o'tkazgichning harorati qanchaga o'zgaradi?

Berilgan:

$$j = 4 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} = 4 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{m}^2},$$

$$t = 50 \text{ s}, \quad c = 380 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{K}},$$

$$D = 8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Topish kerak:

$$\Delta T = ?$$

Yechish.

O'tkazgichdan elektr toki oqib o'tishi natijasida ajralib chiqqan issiqlik miqdori Joul-Lens qonuniga muvofiq $Q = I^2 R t$ (1) tenglama bilan ifodalanadi. Agarda tok kuchining tok zichligi orqali $I = j \cdot S$ (2) ifodasini e'tiborga olsak, u holda (1) tenglamani quyidagi shaklda ifodalash mumkin:

$$Q = I^2 R t = (j \cdot S)^2 \cdot R t \quad (3).$$

Tenglamada R mis o'tkazgichning qarshiligi masalaning shartida aniq berilmaganligi sababli qarshilikning mis o'tkazgichning solishtirma qarshiligi orqali $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ ifodasini e'tiborga olib (3) tenglamani quyidagi shaklda yozamiz:

$$Q = (j \cdot S)^2 \cdot R t = (j \cdot S)^2 \cdot \rho \frac{l}{S} \cdot t = j^2 \cdot S \cdot \rho \cdot l \cdot t \quad (4).$$

Masalaning shartida mis o'tkazgichning geometrik o'lchamlari berilmaganligi sababli ajralib chiqqan issiqlik miqdorini misning solishtirma issiqlik sig'imi orqali ifodalaymiz: $Q = mc\Delta T = D \cdot V \cdot c\Delta T$ (5). Endi (4) va (5) tenglamalarni chap va o'ng tomonlarini o'zaro tenglashtirib quyidagi ifodani hosil qilamiz: $j^2 \cdot S \cdot \rho \cdot l \cdot t = DVc\Delta T$ (6). Bu yerda D -mis o'tkazgichning zichligi, ρ -solishtirma qarshiligi, l -uzunligi va S -ko'ndalang kesimi yuzasi. (6) tenglamadan mis o'tkazgichning ΔT harorati o'zgirishini topsak: $\Delta T = \frac{j^2 \rho \cdot t}{D \cdot c}$ (7).

Tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, mis o'tkazgichning haroratini

$$\text{o'zgarishini topamiz: } \Delta T = \frac{j^2 \rho \cdot t}{D \cdot c} = \frac{(4 \cdot 10^6 \frac{A}{m^2})^2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m \cdot 50 s}{8,9 \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3} \cdot 380 \frac{J}{kg \cdot ^\circ K}} \approx 4 ^\circ K.$$

Javob: $\Delta T \approx 4 ^\circ K$.

Masala №2.5.

Cho'g'lanma yoritish chirog'i volfram tolasining elektr qarshiligi $t_1 = 20 ^\circ C$ haroratda $R_1 = 40 \Omega$ bo'lsa, uning $t_0 = 0 ^\circ C$ haroratdagi qarshiligi topilsin? Volfram uchun qarshilikning harorat koeffitsienti $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$.

Berilgan:

$$t_1 = 20 ^\circ C,$$

$$R_1 = 40 \Omega,$$

$$t_0 = 0 ^\circ C,$$

$$\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$$

Topish kerak:

$$R_0 = ?$$

Yechish. Tajriba natijalarining ko'rsatishicha haroratning yuqori bo'lmagan intervallarida o'tkazgichlar qarshiligining haroratga bog'liqligi chiziqli qonuniyatga bo'yso'nadi va matematik jixatdan quyidagicha ifodalanadi: $R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha t)$ (1), bu erda R_t -o'tkazgichning t -haroratdagi qarshiligi, R_0 -uning $0 ^\circ C$ haroratdagi qarshiligi.

U holda masalaning shartiga muvofiq (1)-tenglamaga asosan volfram tolasining $t_1 = 20 ^\circ C$ haroratdagi qarshiligini quyidagicha ifodalash mumkin: $R_1 = R_0 \cdot (1 + \alpha t_1)$ (2). Tenglamadan volfram tolasining $0 ^\circ C$ haroratdagi qarshiligini topsak: $R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1}$ (3). Tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son

qiymatlarini qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, volfram tolasining $0 ^\circ C$ haroratdagi qarshiligini topamiz: $R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1} = \frac{40 \Omega}{1 + 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1} \cdot 20 ^\circ C} \approx 36,6 \Omega$.

Javob: $R_0 \approx 36,6 \Omega$.

Mustaqil yechish uchun masalalar.

1. Qarshiligi $R = 100 \Omega$ bo'lgan o'tkazgichdagi tok kuchi $\tau = 30 \text{ s}$ vaqt davomida $I_0 = 0$ dan $I_{\max} = 10 \text{ A}$ gacha bir tekisda o'sadi. Shu vaqt davomida o'tkazgichda ajralgan Q issiqlik miqdori aniqlansin?
2. Qarshiligi $R = 12 \Omega$ bo'lgan o'tkazgichdagi tok kuchi $\tau = 10 \text{ s}$ vaqt davomida $I_0 = 5 \text{ A}$ dan $I = 0$ gacha bir tekisda kamayadi. Ko'rsatilgan vaqt davomida shu o'tkazgichda qancha Q issiqlik miqdori ajraladi?
3. Elektr yoritish chirog'iga 220 V ; 100 Wt deb yozilgan. Bu nominal ishchi rejimiga mos kelsa, yoritish chirog'ining yonib turgan vaqtdagi R qarshiligini toping?
4. Qarshiligi $R = 20 \Omega$, uchlaridagi kuchlanish $U = 24 \text{ V}$ bo'lgan o'tkazgichdan $t = 20 \text{ s}$ vaqt ichida o'tadigan q zaryad miqdori, I tok kuchi, A bajarilgan ish va N quvvatni toping?
5. Qarshiligi $R = 4 \Omega$ bo'lgan o'tkazgichda $\tau = 2 \text{ s}$ vaqt davomida $Q = 60 \text{ J}$ issiqlik miqdori ajralib chiqqan bo'lsa, shu vaqt davomida o'tkazgichdan oqib o'tgan zaryad miqdori aniqlansin?

3. Mavzu. Qarshiliklarni ketma-ket, parallel va aralash ulash usullari **Qisqacha nazariy qism**

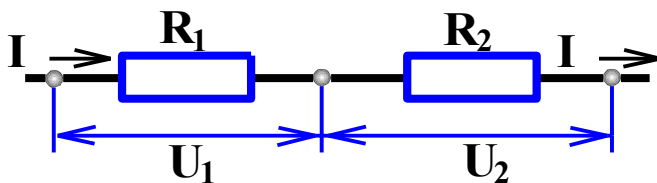
Murakkab elektr zanjirlarida elementlar ketma-ket va parallel ulanadi. O'tkazgichlar ketma-ket ulangan hollarda elektr zanjirida tarmoqlar bo'lmaydi, ya'ni barcha elementlar elektr zanjirida birin-ketin ulanadi. Ketma-ket ulangan elektr zanjirning istalgan qismida tok kuchi bir xil bo'ladi (3.1-rasm). Qarshiliklari ketma-ket ulangan elektr zanjirning to'liq kuchlanishi aloxida qismlardagi kuchlanishlarning algebraik yig'indisidan iborat bo'ladi va quyidagi tenglama orqali ifodalanadi: $U = U_1 + U_2$ (3.1). Xulosa qilib aytganda ketma-ket ulangan elektr zanjirlar uchun quyidagi uchta qonuniyat o'rinli:

$$I_1 = I_2 = \dots = I_n \quad (3.2), \quad U = U_1 + U_2 + \dots + U_n = \sum_{i=1}^n U_i \quad (3.3),$$

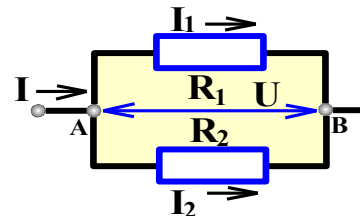
$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i \quad (3.4).$$

Agarda elektr zanjirida n ta bir xil qarshiliklar ketma-ket ulansa, u holda elektr zanjiridagi umumiy kuchlanish quyidagicha ifodalanadi: $U = n \cdot U_1$ (3.5), bu erda U_1 -bitta qarshilikdagi kuchlanish. Bunday elektr zanjirlarda umumiy qarshilik matematik jixatdan quyidagi $R = n \cdot R_1$ (3.6) tenglama bilan ifodalanadi. Tenglamaga muvofiq elektr zanjirida qarshiliklar ketma-ket ulanganda elektr zanjirning umumiy qarshiligi ortib boradi. Qarshiliklar elektr zanjirida parallel ulansa, u holda elektr zanjiri tarmoqlanadi (3.2-rasm). Rasmda tasvirlangan A va V

nuqtalar tugunlar deyiladi. Tugunda elektr zaryad to'planib qolmaganligi sababli vaqt birligida tugunga kelgan va tugundan chiqib ketgan zaryadlar miqdori teng bo'ladi, ya'ni elektr zanjirdagi umumiy tok kuchi: $I = I_1 + I_2$ (3.7) bo'lib, o'tkazgich uchlaridagi potentsiallar farqi bir xil bo'ladi.



3.1-rasm



3.2-rasm

Yuqorida aytilgan fikrlarni G.Om qonuniga muvofiq matematik jixatdan quyidagicha ifodalash mumkin: $\frac{U}{R} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2}$ (3.8) yoki $U_1 = U_2 = U$ (3.9) ekanligini e'tiborga olsak, u holda (3.8) tenglamani quyidagi shaklda ifodalash mumkin: $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ (3.10). Tenglamaga muvofiq elektr zanjirida qarshiliklar parallel ulansa, elektr zanjirning umumiy qarshiligi kamayadi. Xulosa qilib aytganda, qarshiliklar elektr zanjirida parallel ulangan hollarda quyidagi qonuniyatlar o'rinli:

$$U = U_1 = U_2 \dots \dots \dots = U_n \quad (3.11),$$

$$I = I_1 + I_2 + \dots \dots \dots + I_n = \sum_{i=1}^n I_i \quad (3.12),$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \dots \dots + \frac{1}{R_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \quad (3.13).$$

Qarshiliklar elektr zanjiriga parallel ulanganda tarmoqlanishdan oldingi tok kuchi, tarmoqlanishdan keyingi har bir tok kuchlarining algebraik yig'indisiga teng bo'ldi.

Masalalar yechish namunalari

Masala №3.1.

1-rasmda tasvirlangan elektr zanjirda qarshiliklar mos ravishda $R_1 = 10 \Omega$, $R_2 = 20 \Omega$, $R_3 = 40 \Omega$, $R_4 = 30 \Omega$, $R_5 = 5 \Omega$, $R_6 = 15 \Omega$ bo'lsa, elektr zanjirning to'liq qarshiligi topilsin?

Berilgan:

$$R_1 = 10 \, \Omega, \quad R_2 = 20 \, \Omega,$$

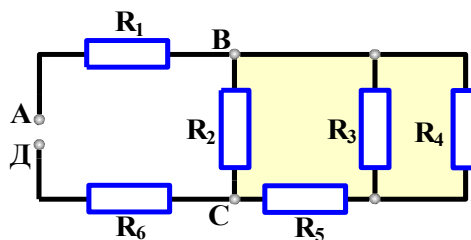
$$R_3 = 40 \, \Omega, \quad R_4 = 30 \, \Omega,$$

$$R_5 = 5 \, \Omega,$$

$$R_6 = 15 \, \Omega.$$

Topish kerak:

$$R_{A,D} = ?$$



3.1.1-rasm

Yechish. Elektr zanjirning to'liq $R_{A,D}$ qarshiligi o'zaro ketma-ket ulangan qismlar qarshiliklarining algebraik yig'indisiga teng, ya'ni: $R_{A,D} = R_1 + R_{B,C} + R_6$ (1). Elektr zanjiri VS qismining elektr qarshiligi o'zaro parallel ulangan ikki tarmoq R_2 va $R_{3,4,5}$ qarshiliklarning yig'indisidan iborat bo'lganligi uchun BC qismning natijaviy qarshiligini quyidagicha ifodalash mumkin: $\frac{1}{R_{B,C}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_{3,4,5}}$ (2).

Elektr zanjirni BC qismining qarshiligini topish uchun oldin $R_{3,4,5}$ qarshilikni hisoblaymiz. 3.1.1-rasmdan ko'rinib turibdiki, $R_{3,4,5} = R_{3,4} + R_5$ (3). Bu yerda R_3 va R_4 qarshiliklar o'zaro parallel ulanganligini e'tiborga olsak, u holda $R_{3,4,5}$ qarshilikni quyidagi tenglamadan topish mumkin:

$$R_{3,4,5} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} + R_5 = \frac{40 \, \Omega \cdot 30 \, \Omega}{40 \, \Omega + 30 \, \Omega} + 5 \, \Omega \approx 67 \, \Omega.$$

Endi (2) tenglamani soddalashtirib, elektr zanjirni BC qismining $R_{B,C}$ qarshiligini hisoblab topamiz: $R_{B,C} = \frac{R_2 \cdot R_{3,4,5}}{R_2 + R_{3,4,5}} = \frac{20 \, \Omega \cdot 67 \, \Omega}{20 \, \Omega + 67 \, \Omega} \approx 15,4 \, \Omega$. (1)

tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib tegishli matematik amallarni bajarib, elektr zanjirning to'liq qarshiligini topsak:

$$R_{A,D} = R_1 + R_{B,C} + R_6 = 10 \, \Omega + 15,4 \, \Omega + 15 \, \Omega \approx 40,4 \, \Omega.$$

Javob: $R_{A,D} \approx 40,4 \, \Omega$.

Masala №3.2.

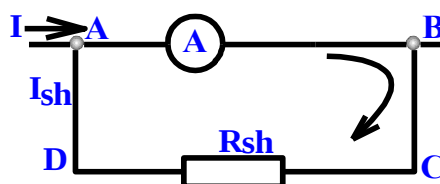
Ichki qarshiligi $R_A = 0,6 \, \Omega$ bo'lgan ampermetrga $R_{sh} = 0,3 \, \Omega$ shunt qarshilik 3.2.1-rasmda tasvirlanganidek parallel ulangan. Agarda ampermetr $I = 0,5 \, A$ tok kuchini ko'rsatsa, elektr zanjirdagi tok kuchi topilsin?

Berilgan:

$$R_A = 0,6 \, \Omega,$$

$$R_{sh} = 0,3 \, \Omega,$$

$$I = 0,5 \, A.$$

Topish kerak:

$$I_T = ?$$

3.2.1-rasm

Yechish. Rasmdan ko‘rinib turganidek o‘zaro parallel ulangan ampermetr va R_{sh} -shunt qarshiliklardan o‘tayotgan tok kuchlarining nisbati, R_A va R_{sh} - qarshiliklar nisbatiga teng, ya’ni: $\frac{I_A}{I_{sh}} = \frac{R_{sh}}{R_A}$ (1). Elektr zanjirdagi to‘liq tok kuchi esa $I = I_A + I_{sh}$ (2) bo‘lib, (1) va (2) tenglamalarni birgalikda echib zanjirdan o‘tayotgan to‘liq tok kuchini topsak: $I = I_A + \frac{R_A}{R_{sh}} \cdot I_A = I_A \left(1 + \frac{R_A}{R_{sh}}\right)$ (3). Endi tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo‘yib tegishli matematik amallarini bajarib, tok kuchini topamiz:

$$I = I_A \left(1 + \frac{R_A}{R_{sh}}\right) = 0,5A \cdot \left(1 + \frac{0,6 \Omega}{0,3 \Omega}\right) = 0,5 \cdot 3A = 1,5A$$

Javob: $I = 1,5 A$.

Masala №3.3.

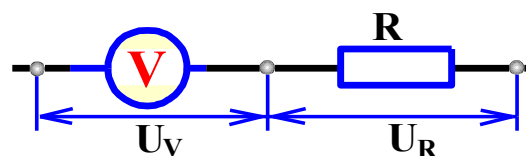
Ichki qarshiligi $R_v = 500 \Omega$ voltmetr yordamida $U_v = 10 V$ gacha bo‘lgan kuchlanishni o‘lchash mumkin. Shu voltemetr yordamida $U = 300 V$ kuchlanishni o‘lchash uchun unga qanday qo‘shimcha qarshilik ketma-ket ulanishi kerak?

Berilgan:

$$R_v = 500 \Omega,$$

$$U_v = 10 V,$$

$$U = 300 V.$$



Topish kerak:

$$R = ?$$

3.3.1-rasm

Yechish. Masalaning shartida o‘lchanishi talab etilgan to‘liq kuchlanish 3.3.1-rasmda tasvirlanganidek voltmetrda va unga ketma-ket ulangan qo‘shimcha qarshilikdagi kuchlanishlarning algebraik yig‘indisidan iborat bo‘lib quyidagicha ifodalanadi: $U = U_v + U_R = I \cdot (R_v + R)$ (1), bu erda I - to‘liq tok kuchi voltmeter va R - qarshilikdan oqib o‘tayotgan tok kuchlarining yig‘indisidan iborat. Elektr zanjirning bir qismiga oid G.Om qonuniga muvofiq tok kuchining $I = \frac{U_v}{R_v}$ (2)

ifodasini (1) tenglamaga qo‘yib to‘liq kuchlanishni topsak: $U = \frac{U_v}{R_v} (R_v + R)$ (3).

Tenglamadan masalaning shartiga ko‘ra izlanayotgan qo‘shimcha qarshilikni topamiz: $R = \frac{U}{U_v} \cdot R_v - R_v = \left(\frac{U}{U_v} - 1\right) \cdot R_v$ (4). Tenglamadagi kattaliklarning masalani

shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib tegishli matematik amallarni bajarib, R - qo'shimcha qarshilikning son qiymatini aniqlaymiz:

$$R_v = \left(\frac{U}{V_v} - 1 \right) R_v = \left(\frac{300 \text{ V}}{10 \text{ V}} - 1 \right) \cdot 500 \Omega \approx 14,5 \cdot 10^3 \Omega$$

Javob: $R_v \approx 14,5 \cdot 10^3 \Omega$.

Masala №3.4.

Elektr yurituvchi kuchlari va ichki qarshiliklari bir xil $\varepsilon = 2 \text{ V}$, $r = 1 \Omega$ bo'lgan $n = 2$ ta tok manbai o'zaro parallel ulanib, hosil qilingan tok manbai tashqi qarshiliklarga 3.4.1-rasmda tasvirlanganidek ulangan.

Elektr zanjiridagi qarshiliklarning son qiymatlari mos ravishda $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 8 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $R_4 = 6 \Omega$ bo'lsa, R_3 qarshilikdan o'tayotgan I_3 - tok kuchi topilsin?

Berilgan:

$$\varepsilon = 2 \text{ V},$$

$$r = 1 \Omega,$$

$$n = 2,$$

$$R_1 = 2 \Omega,$$

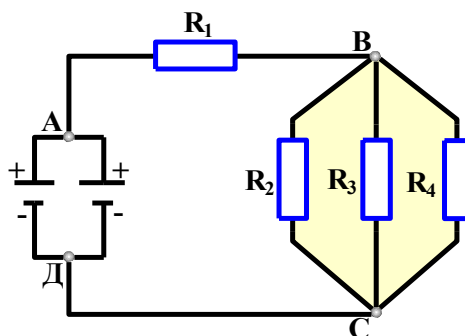
$$R_2 = 8 \Omega,$$

$$R_3 = 4 \Omega,$$

$$R_4 = 6 \Omega.$$

Topish kerak:

$$I_3 = ?$$



3.4.1-rasm

Yechish. Berk zanjir uchun G. Om qonuniga muvofiq elektr zanjirdan o'tayotgan I_T - to'liq tok kuchi quyidagicha ifodalanadi: $I_T = \frac{\varepsilon_m}{R_T + r_m}$ (1), bu yerda

ε_m - o'zaro parallel ulangan tok manbalaridan hosil qilingan tok manbaining elektr yurituvchi kuchi. Har ikki tok manbaining elektr yurituvchi kuchlari va ichki qarshiliklari bir xil bo'lganligi uchun $\varepsilon_m = \varepsilon$ (2) va uning ichki qarshiligi

$r_m = \frac{r}{n} = \frac{1 \Omega}{2} = 0,5 \Omega$ (3) bo'ladi. U holda elektr zanjiridagi to'liq tok kuchi

quyidagicha ifodalanadi: $I_T = \frac{\varepsilon_m}{R_T + \frac{r}{n}}$ (4). Rasmdan ko'rinib turganidek elektr

zanjirning to'liq tashqi qarshiligi $R_T = R_1 + R_{B,C}$ (5) bo'lib, tashqi zanjirning BC

qismini umumiy elektr qarshiligi o‘zaro parallel ulangan R_2 , R_3 va R_4 qarshiliklarning algebraik yig‘indisidan iborat:

$$\frac{1}{R_{B,C}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{8\Omega} + \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{6\Omega} = \frac{13}{24\Omega} \quad (6) \text{ yoki } R_{B,C} \approx 1,85\Omega.$$

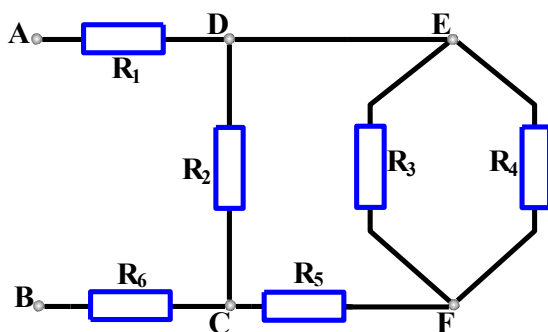
U holda (5) tenglamaga asosan elektr zanjirning to‘liq tashqi qarshiligi: $R_T = R_1 + R_{B,C} = 2\Omega + 1,85\Omega \approx 3,85\Omega$. (1) tenglamaga asosan elektr zanjirdan o‘tayotgan to‘liq tok kuchi: $I_T = \frac{\mathcal{E}_m}{R_T + r_m} = \frac{2V}{3,85\Omega + 0,5\Omega} \approx 0,41A$. U holda elektr zanjirning BC qismidagi kuchlanish tushuvi: $U_{B,C} = I_T \cdot R_{B,C} = 0,41A \cdot 1,85\Omega \approx 0,76V$.

Masalaning shartiga ko‘ra aniqlanishi talab etilayotgan R_3 qarshilikdan o‘tayotgan tok kuchi zanjirning bir qismi uchun G.Om qonuniga asosan quyidagiga teng bo‘ladi: $I_3 = \frac{U_{B,C}}{R_3} = \frac{0,76V}{4\Omega} \approx 0,19A$.

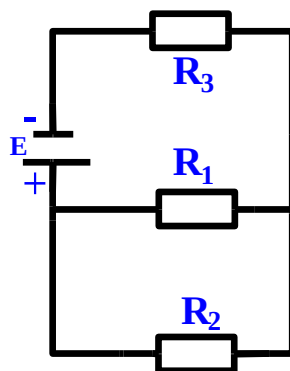
Javob: $I_3 \approx 0,19A$.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Elektr sig‘imlari $C_1 = 10\mu\kappa F$ va $C_2 = 6\mu\kappa F$ bo‘lgan o‘zaro ketma-ket ulangan ikkita kondensator $U = 220V$ o‘zgarmas kuchlanishli manbaga ulangan bo‘lsa, har qaysi kondensator qisqichlaridagi, U_1 va U_2 kuchlanishlar topilsin?
2. $U_1 = 600V$ kuchlanishda zaryadlangan $C_1 = 5\mu\kappa F$ elektr sig‘imli kondensator zaryadlanmagan $C_2 = 3\mu\kappa F$ elektr sig‘imli kondensatorga parallel ulangan. Batareyaning elektr sig‘imi va uning qoplamalaridagi potentsiallar farqi topilsin?
3. O‘zaro ketma-ket ulangan $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 2,5\Omega$ va $R_3 = 3\Omega$ qarshilikli uchta rezestorning uchlaridagi kuchlanish $U = 6V$ bo‘lsa, har bir qarshilikdagi U_1, U_2, U_3 , kuchlanishlarni toping?
4. Agar 3.5.1-rasmda tasvirlangan zanjirda $R_1 = 15\Omega$, $R_2 = 30\Omega$, $R_3 = 40\Omega$, $R_4 = 33\Omega$, $R_5 = 12\Omega$, $R_9 = 45\Omega$ bo‘lsa, elektr zanjirning R_0 umumiy qarshiligi topilsin?



3.5.1-rasm



3.5.2-rasm

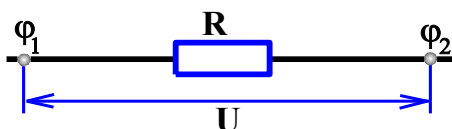
5. Elektr sxemasi 3.5.2-rasmda keltirilgan zanjirda tok manbaining elektr yurituvchi kuchi va ichki qarshiligi mos ravishda $\varepsilon = 100 \text{ V}$, $r = 0,2 \Omega$, va tashqi qarshiliklar $R_1 = 3 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 18,8 \Omega$ bo'lsa, R_1 va R_2 qarshiliklardan o'tayotgan I_1 va I_2 tok kuchlari topilsin?
6. Har birining elektr yurituvchi kuchlari va ichki qarshiliklari bir xil $\varepsilon = 1,6 \text{ B}$, $r = 1,2 \Omega$ bo'lgan $N = 15$ ta element o'zaro $n = 5$ tadan ketma-ket va $m = 3$ tadan parallel ulanib hosil qilingan batareyaning ε_0 elektr yurituvchi kuchi va r_0 ichki qarshiligi topilsin?

4. Mavzu. Oddiy elektr zanjirlarni hisoblash

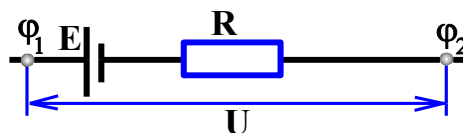
Qisqacha nazariy qism

Elektr zanjirlarni tashkil etuvchi elementlarning soni va ulanish usuliga ko'ra shartli ravishda oddiy va murakkab yoki tarmoqlangan elektr zanjirlarga ajratish mumkin. Oddiy elektr zanjirlarida tarmoqlar mavjud bo'lmaydi va elementlar elektr zanjirida birin-ketin ulangan bo'ladi. Oddiy elektr zanjirlarni hisoblash ishlari G.Om qonuniga asosan elektr zanjirning alohida qismlari hamda to'liq ya'ni berk zanjir uchun amalga oshiriladi. Elektr zanjirning bir qismi uchun (4.1-rasm) G.Om qonuni o'tkazgichdan o'tayotgan tok kuchining o'tkazgich uchlariga qo'yilgan potentsiallar farqiga to'g'ri proporsionalligini ifodalaydi: $I = \frac{U}{R}$ (4.1), bu yerda R -o'tkazgichning qarshiligi deb ataladi va u o'tkazgich materialining turiga hamda geometrik o'lchamlariga bog'liq.

Silindr shaklidagi o'tkazgichlarning elektr qarshiligi uchun quyidagi ifoda o'rinlidir: $R = \rho \frac{l}{S}$ (4.2), bu yerda l -o'tkazgichning uzunligi, S -o'tkazgich ko'ndalang kesimi yuzasi va ρ -o'tkazgich materialining solishtirma qarshiligi. U materiallarni turiga bog'liq bo'lganligi sababli, ba'zi materiallarning solishtirma qarshiliklarining son qiymatlari haqida ma'lumot ilovada keltirilgan (2-jadval).



4.1-rasm



4.2-rasm

Tok manbaiga ega bo'lgan elektr zanjirning bir qismi berilgan holda (4.2-rasm) manbaning elektr yurituvchi kuchi hisobga olinadi. Tok manbaining elektr yurituvchi kuchi deb birlik zaryadni berk zanjir bo'yicha ko'chirishda tashqi kuchlarning bajargan ishiga aytiladi. Bu holda berk zanjirdan o'tayotgan tokning sababchisi tok manbaining elektr yurituvchi kuchi bo'lib, tok kuchining kattaligi uchun quyidagi ifoda o'rinli bo'ladi: $I \cdot R_T = \varepsilon$ (4.3).

Tenglamadagi R_T -berk zanjirning to'liq qarshiligi, odatda u tashqi zanjirning R -qarshiligi va tok manbaining r -ichki qarshiliklarining algebraik yig'indisidan iborat bo'ladi: $R_T = R + r$ (4.4). Bu tenglamani hisobga olib, elektr zanjirdagi tok kuchini ifodalovchi (4.3) tenglamani quyidagi shaklda yozishimiz mumkin:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r} \quad (4.4).$$

Tenglama zanjirning to'liq qismi yoki berk zanjir uchun G.Om qonunining matematik ifodasidir. Elektr zanjirning bir qismi va to'liq yoki berk zanjir uchun G.Om qonuni, oddiy zanjirlarni hisoblashda yetarli bo'ladi hamda amalda oddiy zanjirlarni hisoblash imkoniyatini yaratadi.

Masalalar yechish namunalari

Masala №4.1.

Ko'ndalang kesimining diametri $d = 2 \text{ mm}$, uzunligi $l = 200$ metr bo'lgan silindr shaklidagi mis o'tkazgichdan oqib o'tayotgan tok kuchi $I = 2 \text{ A}$ bo'lsa, o'tkazgichda kuchlanish tushuvi topilsin?

Berilgan:

$$d = 2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m},$$

$$l = 200 \text{ m}, \quad I = 2 \text{ A}$$

$$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}.$$

Topish kerak:

$$U = ?$$

Yechish. Bir jinsli o'tkazgichdan tok o'tganda tok kuchi zanjirning bir qismi uchun G.Om qonuniga muvofiq aniqlanadi, yani: $I = \frac{U}{R}$ (1)

bo'lib, bu yerda U - o'tkazgichda kuchlanish tushuvi. R - o'tkazgichning qarshiligini

$R = \rho \frac{l}{S}$ (2) ifodasini e'tiborga olib, (1) tenglamani quyidagi shaklda ifodalash mumkin: $U = I \cdot R = I \cdot \rho \frac{l}{S}$ (3), bu yerda ρ -mis o'tkazgichning solishtirma elektr qarshiligi, S -ko'ndalang kesim yuzasi.

Mis o'tkazgich silindr shaklida bo'lganligi sababli ko'ndalang kesim yuzasini $S = \frac{\pi d^2}{4}$ (4) ifodasini (3) tenglamaga qo'yib, o'tkazgichda kuchlanish tushuvining quyidagi ifodasini hosil qilamiz: $U = I \cdot S \frac{4l}{\pi \cdot d^2}$ (5).

Tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, o'tkazgichdagi U -kuchlanish tushuvini topamiz: $U = I \rho \cdot \frac{4l}{\pi d^2} = 2A \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m \cdot \frac{4 \cdot 2 \cdot 10^2 m}{3,14 \cdot (2 \cdot 10^{-3} m)^2} \approx 2,1V$.

Javob: $U \approx 2,1V$

Masala №4.2.

4.1.1-rasmda tasvirlangan elektr zanjirining qarshiliklaridagi kuchlanish tushuvi hamda R_2, R_3 qarshiliklardan o'tayotgan tok kuchi topilsin? Elektr zanjirdagi ampermetrning ko'rsatishi $I = 4A$ va qarshiliklar mos ravishda $R_1 = 6\Omega$, $R_2 = 4\Omega$ va $R_3 = 8\Omega$.

Berilgan:

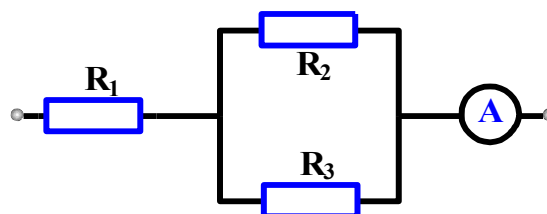
$$R_1 = 6\Omega, R_2 = 4\Omega,$$

$$R_3 = 8\Omega, I = 4A.$$

Topish kerak:

$$U_1 = ?, U_2 = ?, U_3 = ?$$

$$I_2 = ?, I_3 = ?.$$



4.1.1-rasm

Yechish. Elektr zanjirning bir qismi uchun G.Om qonuniga muvofiq R_1 qarshilikdagi tok kuchi: $I_1 = \frac{U_1}{R_1}$ (1) bo'lib, bu erdan R_1 qarshilikdagi kuchlanish tushuvini topsak: $U_1 = I_1 \cdot R_1 = 4A \cdot 6\Omega = 24V$.

Rasmdan ko'rinib turganidek elektr zanjirning to'liq qarshiligi: $R = R_1 + R_2 + R_3$ (2) bo'lib, o'zaro parallel ulangan R_2 va R_3 qarshiliklarning yig'indisini $R_{2,3}$ -deb belgilasak, u holda: $R_{2,3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3}$ (3) bo'lib, tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib, tegishli

matematik amallarni bajarib R_{23} -qarshilikni topamiz:

$$R_{23} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{4\Omega \cdot 8\Omega}{4\Omega + 8\Omega} = \frac{32\Omega}{12} = \frac{8}{3}\Omega \approx 2,67\Omega$$

Elektr zanjirdagi to'liq kuchlanish tushuvi: $U = U_1 + U_{23}$ (4) bo'lib, o'zaro parallel ulangan R_2 va R_3 qarshiliklarda kuchlanish tushuvlari bir xil, yani: $U_{23} = U_2 = U_3$ (5), ekanligini hisobga olsak, u holda G.Om qonuniga muvofiq elektr zanjiridagi to'liq kuchlanish: $U = I \cdot R = I \cdot (R_1 + R_{23})$ (6).

Tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib tegishli matematik amallarni bajarib, to'liq kuchlanishni topamiz: $U = I \cdot (R_1 + R_{23}) = 4A \cdot (6\Omega + 2,67\Omega) \approx 34,68V$.

Binobarin (4) va (5) tenglamalarga asosan $U_2 = U_3 = U - U_1$ (7) ekanligini e'tiborga olsak, u holda $U_2 = U_3 = I \cdot (R_1 + R_{23}) - U_1 = U - U_1 = 34,68V - 24V \approx 10,68V$.

Rasmdan ko'rinib turganidek R_1 -qarshilik va R_{23} -ekvivalent qarshiliklar o'zaro ketma-ket ulangan, shu sababli bu qarshiliklar orqali oqib o'tuvchi tok kuchlari o'zaro teng, yani: $I_1 = I_{23}$ (7) bo'lib, bu erda $I_{23} = I_2 + I_3$ (8). U holda (7) tenglamaga muvofiq: $I_1 = I_2 + I_3$ (9) bo'lib, zanjirning bir qismi uchun G.Om qonuniga asosan R_2 qarshilikdan o'tuvchi tok kuchini topsak:

$$I_2 = \frac{U_2}{R_2} = \frac{10,68V}{4\Omega} = 2,67A, \text{ binobarin (9) tenglamadan } R_3 \text{ qarshilikdan o'tuvchi tok}$$

kuchini topsak: $I_3 = I_1 - I_2 = 4A - 2,67A \approx 1,33A$

Javob: $U_1 = 24V$, $U_2 = U_3 \approx 10,68V$,

$$I_2 = 2,67A, I_3 \approx 1,33A$$

Masala №4.3.

O'zaro parallel ulangan elektr yurituvchi kuchlari bir xil $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 4V$ va ichki qarshiliklari mos ravishda $r_1 = 2\Omega$, $r_2 = 3\Omega$ tok manbalari tashqi $R = 2\Omega$ qarshilikka 4.3.1-rasmda tasvirlanganidek ulangan. Har qaysi tok manbaidagi va butun zanjirdagi tok kuchi topilsin?

Berilgan:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 4V,$$

$$r_1 = 2\Omega,$$

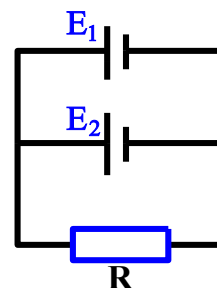
$$r_2 = 3\Omega,$$

$$R = 2\Omega.$$

Topish kerak:

$$I = ?, I_1 = ?,$$

$$I_2 = ?.$$



4.3.1-rasm

Yechish. Elektr yurituvchi kuchlari bir xil bo'lgan tok manbalari o'zaro parallel ulangan holda tok manbaining to'liq ichki qarshiligi quyidagicha ifodalanadi: $r = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$ (1).

Masalaning shartiga ko'ra umumiy elektr yurituvchi kuch $\varepsilon = \varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 4V$ ekanligini hisobga olib, (1) tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, umumiy ichki qarshilikni topamiz: $r = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2} = \frac{2\Omega \cdot 3\Omega}{2\Omega + 3\Omega} = \frac{6}{5}\Omega \approx 1,2\Omega$

To'liq zanjir uchun G.Om qonuniga asosan tashqi R qarshilikdan oqib o'tuvchi tok kuchi: $I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{4V}{2\Omega + 1,2\Omega} = \frac{4}{3,2}A \approx 1,25A$.

4.3.1-rasmdan ko'rinib turganidek elektr zanjirdagi to'liq tok kuchi: $I = I_1 + I_2$ (2) bo'lib, bu erda I_1 -birinchi va I_2 - ikkinchi tok manbaidagi tok kuchi. Elektr zanjirida tok manbalarini o'zaro parallel ulanganligini hisobga olsak, u holda $I_1 \cdot r_1 = I_2 \cdot r_2$ (3) munosabat o'rinli bo'lib, (2) va (3) tenglamalarni birgalikda echsak: $I_2 = \frac{I r_1}{r_1 + r_2}$ (4) va $I_1 = \frac{I r_2}{r_1 + r_2}$ (5).

Tenglamalardagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, tok manbalaridagi tok kuchlarini topamiz: $I_2 = \frac{I \cdot r_1}{r_1 + r_2} = \frac{1,25A \cdot 2\Omega}{2\Omega + 3\Omega} = \frac{2,5}{5}A \approx 0,5A$; $I_1 = \frac{I \cdot r_2}{r_1 + r_2} = \frac{1,25A \cdot 3\Omega}{2\Omega + 3\Omega} = \frac{3,75}{5}A = 0,75A$

Javob: $I_2 = 0,5A$, $I_1 = 0,75A$, $I = 1,25A$.

Masala №4.4.

Elektr yurituvchi kuchi $\varepsilon = 100V$ tok manbai elektr qarshiliklari va ampermetr 4.4.1-rasmda tasvirlanganidek ulangan. Agarda ampermetr $I = 2A$ tok kuchini ko'rsatsa, R_1 -qarshilikdagi kuchlanish tushuvi $U_1 = 20V$ va qarshiliklarning son qiymatlari mos ravishda $R_3 = 40\Omega$ hamda $R_4 = 20\Omega$ bo'lsa, R_2 qarshilik topilsin?

Berilgan:

$$\varepsilon = 100V,$$

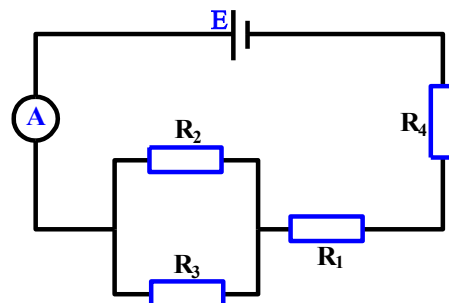
$$I = 2A,$$

$$U_1 = 20V,$$

$$R_3 = 40\Omega,$$

$$R_4 = 20\Omega.$$

Topish kerak:



$$R_2 = ?.$$

4.4.1-rasm

Yechish. Rasmdan ko‘rinib turganidek o‘zaro parallel ulangan R_2 va R_3 qarshiliklarda kuchlanish tushuvi $U_{23} = \varepsilon - U_1 - U_4$ (1) bo‘lib, bu erda R_4 qarshilikdagi kuchlanish tushuvi zanjirning bir qismi uchun G.Om qonuniga asosan $U_4 = I \cdot R_4$ (2). Binobarin R_2 va R_3 qarshiliklar elektr zanjirida o‘zaro parallel ulanganligi sabab, bu qarshiliklarda kuchlanish tushuvi o‘zaro teng, ya’ni: $U_{23} = U_2 = U_3$ (3). R_2 va R_3 qarshiliklardan oqib o‘tuvchi tok kuchlarining yig‘indisi esa ampermetr ko‘rsatgan tok kuchiga teng, ya’ni $I = I_2 + I_3$ (4).

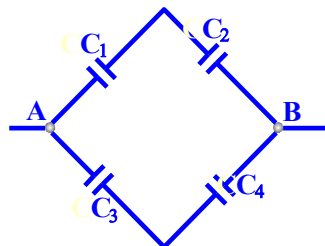
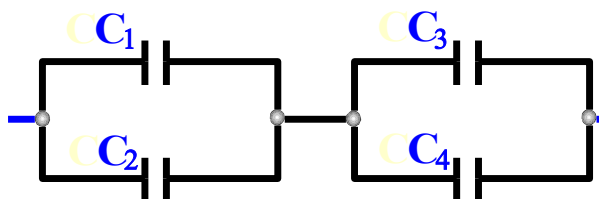
Endi (2) tenglamadan R_4 qarshilikdagi kuchlanish tushuvini topsak: $U_4 = I \cdot R_4 = 2 \text{ A} \cdot 20 \Omega = 40 \text{ V}$ (5). U holda (1) va (5) tenglamalardan U_{23} -kuchlanish tushuvini topamiz: $U_{23} = \varepsilon - U_1 - U_4 = 100 \text{ V} - 20 \text{ V} - 40 \text{ V} = 40 \text{ V}$.

Zanjirning bir qismi uchun G.Om qonuniga muvofiq R_3 qarshilikdan oqib o‘tuvchi tok kuchi: $I_3 = \frac{U_{23}}{R_3} = \frac{40 \text{ V}}{40 \Omega} = 1 \text{ A}$, u holda (4) tenglamaga asosan R_2 qarshilikdan o‘tuvchi tok kuchi: $I_2 = I - I_3 = 2 \text{ A} - 1 \text{ A} = 1 \text{ A}$. Binobarin zanjirning bir qismi uchun G.Om qonuniga muvofiq R_2 qarshilikdan oqib o‘tuvchi tok kuchi: $I_2 = \frac{U_{23}}{R_2}$ (6) bo‘lib, bu erdan R_2 qarshilikni topsak: $R_2 = \frac{U_{23}}{I_2} = \frac{40 \text{ V}}{1 \text{ A}} = 40 \Omega$.

Javob: $R_2 = 40 \Omega$

Mustaqil yechish uchun masalalar

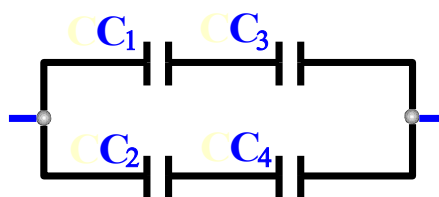
1. Kondensatorlar 4.4.2-rasmda ko‘rsatilganidek qilib ulangan. Kondensatorlarning elektr sig‘imlari mos ravishda $C_1 = 0,2 \mu\text{Kf}$; $C_2 = 0,1 \mu\text{Kf}$; $C_3 = 0,3 \mu\text{Kf}$; $C_4 = 0,4 \mu\text{Kf}$ bo‘lsa, kondensatorlar batareyasining S to‘liq elektr sig‘imi aniqlansin.
2. Elektr sig‘imlari $C_1 = 0,2 \mu\text{Kf}$, $C_2 = 0,6 \mu\text{Kf}$; $C_3 = 0,3 \mu\text{Kf}$; $C_4 = 0,4 \mu\text{Kf}$ bo‘lgan kondensatorlar 4.4.3.-rasmda ko‘rsatilganidek qilib ulangan. A va B nuqtalar orasidagi potensiallar farqi $U = 320 \text{ V}$ bo‘lsa, har bir kondensator qoplamalaridagi potensiallar farqi U_i va zaryad q_i topilsin ($i = 1, 2, 3, 4$)?



4.4.2-rasm

3. Elektr sig'implari $C_1 = 10 \text{ nF}$,
 $C_2 = 30 \text{ nF}$; $C_3 = 6 \text{ nF}$; $C_4 = 20 \text{ nF}$
 bo'lgan kondensatorlar 4.4.4-
 rasmda tasvirlanganidek ulangan.
 Kondensatorlar batareyasining S
 to'liq elektr sig'imi topilsin?

4.4.3-rasm



4.4.4-rasm

4. Elektr yurituvchi kuchlari va ichki qarshiliklari mos ravishda $\varepsilon_1 = 1,6 \text{ V}$, $r_1 = 0,2 \Omega$
 va $\varepsilon_2 = 0,8 \text{ V}$, $r_2 = 0,4 \Omega$ bo'lgan ikkita doimiy tok manbai bir xil ismli qutblari
 bilan ulangan. Tutashtiruvchi o'tkazgich simlarning qarshiligi $R = 0,2 \Omega$
 bo'lsa, elektr zanjirdagi I tok kuchi aniqlansin?
5. Diametri $d = 0,1 \text{ mm}$ bo'lgan mis o'tkazgichning $l = 2 \text{ m}$ uzunlikdagi bo'lagining
 qarshiligi $R = 4,46 \Omega$ bo'lsa, misning solishtirma qarshiligi topilsin?

5. Mavzu. Ekvivalent qarshiligini aniqlash bo'yicha masalalar echish Qisqacha nazariy qism

Elektr zanjirning ekvivalent qarshiligi deganda murakkab zanjirlarda o'zaro ketma-ket, parallel va aralash usullarida ulangan qarshiliklarning yig'indi qiymati tushuniladi. Ekvivalent qarshilik alohida elektr qarshiliklarning ulanish usuliga bog'liq holatda tegishli matematik tenglamalari orqali aniqlanadi.

Elektr zanjirning ekvivalent qarshiligini aniqlash uchun elektr zanjiriga

o'zaro ketma-ket ulangan qarshiliklar uchun
$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum_{i=1}^n R_i \quad (5.1),$$

 o'zaro parallel ulangan qarshiliklar uchun (5.2) tenglamalardan foydalaniladi.

Masalalar yechish namunalari

Masala №5.1.

Elektr qarshiliklari $R_1 = 0,5 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $R_3 = 9 \Omega$ bo'lgan va 5.1.1-
 rasmda tasvirlangan elektr zanjirning ekvivalent qarshiligi topilsin?

Berilgan:

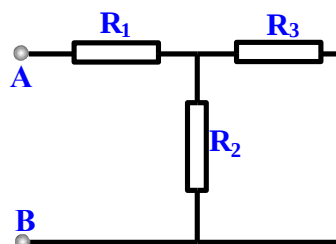
$$R_1 = 0,5 \Omega,$$

$$R_2 = 5 \Omega,$$

$$R_3 = 9 \Omega.$$

Topish kerak:

$$R_{ekv} = ?$$



5.1.1-rasm.

Yechish. 5.1.1-rasmda tasvirlangan elektr sxemada R_3 va R_2 qarshiliklar o'zaro parallel ulanganligini e'tiborga olsak, u holda o'zaro parallel ulangan qarshiliklarning natijaviy qarshiligini ifodalovchi $R_{2,3} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} \quad (1)$ tenglamaga

asosan: $R_{2,3} = \frac{5 \, \Omega \cdot 9 \, \Omega}{5 \, \Omega + 9 \, \Omega} \approx \frac{45}{14} \, \Omega \approx 3,2 \, \Omega$.

U holda 5.1.1-rasmda tasvirlanganiga asosan elektr zanjirining R_{ekv} – ekvivalent qarshiligi:

$$R_{ekv} = R_1 + R_{2,3} = 0,5 \, \Omega + 3,2 \, \Omega = 3,7 \, \Omega.$$

Javob: $R_{ekv} = 3,7 \, \Omega$.

Masala №5.2.

Elektr qarshiliklari
 $R_1 = 2,5 \, \Omega$, $R_2 = 6 \, \Omega$, $R_3 = 2 \, \Omega$, $R_4 = 1,5 \, \Omega$, $R_5 = 3 \, \Omega$ bo'lgan 5.2.1-rasmda tasvirlangan elektr zanjirining ekvivalent qarshiligi topilsin?

Berilgan:

$$R_1 = 2,5 \, \Omega,$$

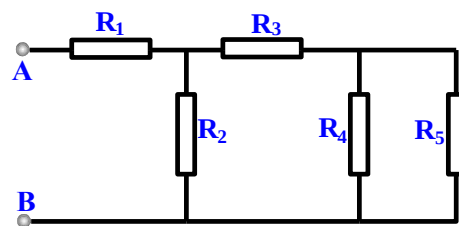
$$R_2 = 6 \, \Omega,$$

$$R_3 = 2 \, \Omega,$$

$$R_4 = 1,5 \, \Omega, \quad R_5 = 3 \, \Omega$$

Topish kerak:

$$R_{ekv} = ?$$



5.2.1-rasm.

Yechish. 2-Rasmda tasvirlangan elektr sxemada R_4 va R_5 qarshiliklar o'zaro parallel ulanganligini e'tiborga olsak, u holda o'zaro parallel ulangan

qarshiliklarning natijaviy qarshiligini ifodalovchi $R_{4,5} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} \quad (1)$ tenglamaga

asosan: $R_{4,5} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{1,5 \, \Omega \cdot 3 \, \Omega}{1,5 \, \Omega + 3 \, \Omega} \approx \frac{4,5}{4,5} \, \Omega = 1 \, \Omega$. U holda natijaviy $R_{4,5}$ va R_3

qarshiliklarni o'zaro ketma-ket ulanganligini hisobga olsak, $R_{3,4,5} = R_3 + R_{4,5} \quad (2)$ tenglamaga muvofiq: $R_{3,4,5} = R_3 + R_{4,5} = 2 \, \Omega + 1 \, \Omega = 3 \, \Omega$. Endi hisoblab

topilgan $R_{3,4,5}$ natijaviy qarshilik R_2 qarshilik bilan o'zaro parallel ulanganligi

sababli natijaviy qarshilik: $R_{2,3,4,5} = \frac{R_2 \cdot R_{3,4,5}}{R_2 + R_{3,4,5}} = \frac{6 \, \Omega \cdot 3 \, \Omega}{6 \, \Omega + 3 \, \Omega} \approx \frac{18 \, \Omega}{9} = 2 \, \Omega$.

U holda 1-rasmda tasvirlangan elektr zanjirining ekvivalent qarshiligi:

$$R_{ekv} = R_1 + R_{2,3,4,5} \quad (3) \text{ tenglama bilan ifodalanadi va unga muvofiq:}$$

$$R_{ekv} = R_1 + R_{2,3,4,5} = 2,5 \, \Omega + 2 \, \Omega = 4,5 \, \Omega.$$

Javob: $R_{ekv} = 4,5 \Omega$.

Masala №5.3.

Elektr zanjir sxemasi 5.3.1-rasmda tasvirlangan. Elektr zanjirning AB va CD qismlarida ekvivalent qarshiligi aniqlansin?

Berilgan:

$$R_1 = R_2 = 15 \Omega,$$

$$R_3 = R_6 = 20 \Omega,$$

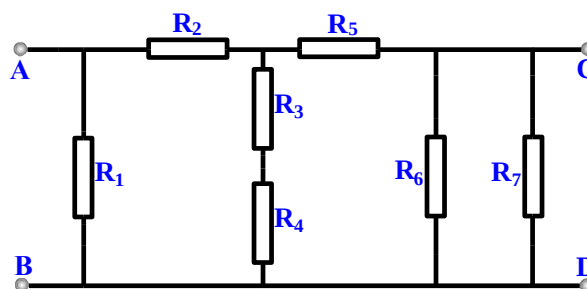
$$R_4 = R_5 = 17,5 \Omega,$$

$$R_7 = 12 \Omega$$

Topish kerak:

$$AV: R_{ekv} = ?$$

$$: R_{ekv} = ?$$



5.3.1-rasm.

Yechish. 3-rasmda tasvirlangan elektr sxemaning AB qisqichlarida elektr zanjirning ekvivalent qarshiligini aniqlash uchun R_6 va R_7 qarshiliklarni o'zaro parallel ulanganligini e'tiborga olsak, u holda parallel ulangan qarshiliklarning

natijaviy qiymati $R_{6,7} = \frac{R_6 \cdot R_7}{R_6 + R_7}$ (1) tenglamaga asosan: $R_{6,7} = \frac{20 \cdot 12}{20 + 12} \approx 7,5 \Omega$.

Pasmda tasvirlangan R_5 va $R_{6,7}$ - natijaviy qarshilikni o'zaro ketma-ket ulanganligini hisobga olib, $R_{5,6,7} = R_5 + R_{6,7}$ (2) tenglamaga asosan:

$R_{5,6,7} = 17,5 + 7,5 = 25 \Omega$. R_3 va R_4 qarshiliklar o'zaro ketma-ket ulanganligi sababli $R_{3,4} = R_3 + R_4 = 20 + 17,5 = 37,5 \Omega$. U holda natijaviy qarshiliklar $R_{3,4}$ va $R_{5,6,7}$ o'zaro parallel ulangan bo'lib, ularning natijaviy

yig'indi qarshiligi: $R_{3,7} = \frac{R_{3,4} \cdot R_{5,6,7}}{R_{3,4} + R_{5,6,7}}$ (3) tenglamaga asosan:

$$R_{3,7} = \frac{37,5 \cdot 25}{37,5 + 25} \approx 15 \Omega.$$

3-rasmda tasvirlanganidek natijaviy yig'indi $R_{3,7}$ va R_2 qarshiliklar o'zaro ketma-ket ulangan bo'lib, ularning yig'indi $R_{2,7}$ qarshiligi:

$R_{2,7} = R_2 + R_{3,7} = 15 + 15 = 30 \Omega$. U holda elektr zanjirning AB qisqichlarida

ekvivalent qarshilik $R_{ekv} = \frac{R_1 \cdot R_{2,7}}{R_1 + R_{2,7}}$ (4) tenglamaga asosan:

$$R_{ekv} = \frac{15 \cdot 30}{15 + 30} \approx 10 \Omega.$$

2. qisqichlarida elektr zanjirning ekvivalent qarshiligini aniqlash uchun R_1 va R_2 qarshiliklarni o'zaro ketma-ket ulanganligini e'tiborga olsak: $R_{1,2} = R_1 + R_2 = 15 + 15 = 30 \Omega$. Endi R_3 va R_4 qarshiliklarni o'zaro ketma-ket ulanganligi sababli $R_{3,4} = R_3 + R_4 = 20 + 17,5 = 37,5 \Omega$. U holda $R_{1,2}$ va $R_{3,4}$ yig'indi qarshiliklarning qiymati, ularni o'zaro parallel ulanganligini e'tiborga olsak:

$$R_{1-4} = \frac{R_{1,2} \cdot R_{3,4}}{R_{1,2} + R_{3,4}} = \frac{30 \cdot 37,5}{30 + 37,5} \approx 16,7 \Omega$$

Elektr sxemada ko'rsatilishicha natijaviy $R_{1,4}$ va R_5 qarshiliklar o'zaro ketma-ket ulangan bo'lib, ularning yig'indisi: $R_{1-5} = R_{1,4} + R_5 = 16,7 + 17,5 = 34,2 \Omega$. Rasmdan ko'rinib turibdiki natijaviy R_{1-5} , R_6 , R_7 qarshiliklar o'zaro parallel ulanganligi sababli **CD** qisqichlarida ekvivalent qarshiligini quyidagicha aniqlaymiz:

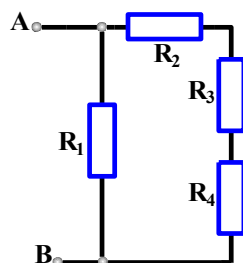
$$R_{1-6} = \frac{R_{1,5} \cdot R_6}{R_{1,5} + R_6} = \frac{34,2 \cdot 20}{34,2 + 20} \approx 12,6 \Omega$$

U holda zanjirning ekvivalent qarshiligi:

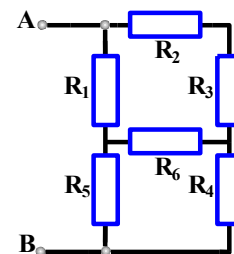
$$R_{ekv} = \frac{R_{1,6} \cdot R_7}{R_{1,6} + R_7} = \frac{12,6 \cdot 12}{12,6 + 12} \approx 6,15 \Omega$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

- Elektr qarshiliklari $R_1 = 2 \Omega, R_2 = 5 \Omega, R_3 = 1 \Omega, R_4 = 4 \Omega$ bo'lsa, 5.3.2-rasmda tasvirlangan elektr zanjirning ekvivalent qarshiligi topilsin?

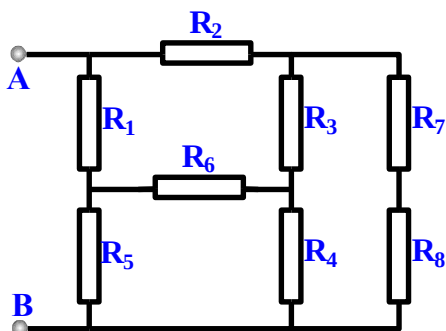


5.3.2-rasm.

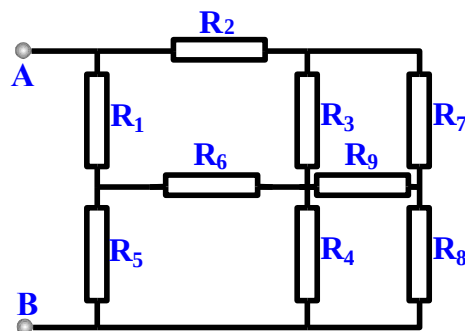


5.3.3-rasm.

- Elektr qarshiliklari $R_1 = 1 \Omega, R_2 = 4 \Omega, R_3 = 3 \Omega, R_4 = 2 \Omega, R_5 = 4 \Omega, R_6 = 8 \Omega$ bo'lsa, 5.3.3-rasmda tasvirlangan elektr zanjirning ekvivalent qarshiligi topilsin?
- Elektr qarshiliklari $R_1 = 2 \Omega, R_2 = 3 \Omega, R_3 = 4 \Omega, R_4 = 5 \Omega, R_5 = 4 \Omega, R_6 = 3 \Omega, R_7 = 5 \Omega, R_8 = 6 \Omega$ bo'lsa, 5.3.4-rasmda tasvirlangan elektr zanjirning ekvivalent qarshiligi topilsin?
- Elektr qarshiliklari $R_1 = 3 \Omega, R_2 = 6 \Omega, R_3 = 1 \Omega, R_4 = 2 \Omega, R_5 = 8 \Omega, R_6 = 5 \Omega, R_7 = 4 \Omega, R_8 = 6 \Omega, R_9 = 10 \Omega$ bo'lsa, 5.3.5-rasmda tasvirlangan elektr zanjirning ekvivalent qarshiligi topilsin?



5.3.4-rasm.



5.3.5-rasm.

6. Mavzu. Kirxgof qonunlariga doir masalalar yechish

Asosiy formula va tenglamalar

Kirxgofning birinchi qonuni tugunlar uchun o‘rinli bo‘lib, ta’rifiga ko‘ra tugunga kiruvchi toklarning algebraik yig‘indisi tugundan chiquvchi toklarning algebraik yig‘indisiga teng va matematik jihatdan quyidagicha ifodalanadi:

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0 \quad (6.1) \text{ yoki } I_1 + I_2 = I_3 + I_4 \quad (6.2)$$

Kirxgofning ikkinchi qonuniga ko‘ra tarmoqlangan zanjirning har bir berk konturining tomonlaridan o‘tayotgan tok kuchlarining qarshiliklarga ko‘paytmalarining algebraik yig‘indisi, shu berk konturdagi tok manbalarining elektr yurituvchi kuchlarini algebraik yig‘indisiga teng va matematik jihatdan quyidagicha ifodalanadi: $\sum_{i=1}^n I_i \cdot R_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \quad (6.3)$.

Masalalar yechish namunalari

Masala №6.1.

6.1.1-rasmda tasvirlangan elektr zanjirning to‘liq qarshiligi topilsin? Tok manbaning ichki qarshiligi $r = 2 \, \Omega$, R_1 , R_2 , R_3 va R_4 qarshiliklar mos ravishda 6, 3, 10 va 8 Ω .

Berilgan:

$$r = 2 \, \Omega,$$

$$R_1 = 6 \, \Omega,$$

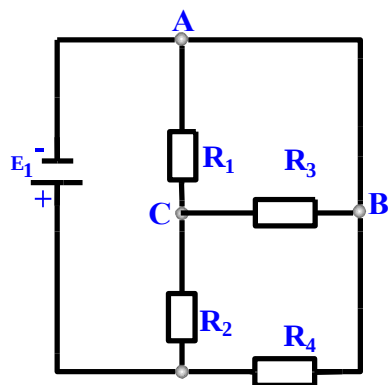
$$R_2 = 3 \, \Omega,$$

$$R_3 = 10 \, \Omega, \quad R_4 = 8 \, \Omega.$$

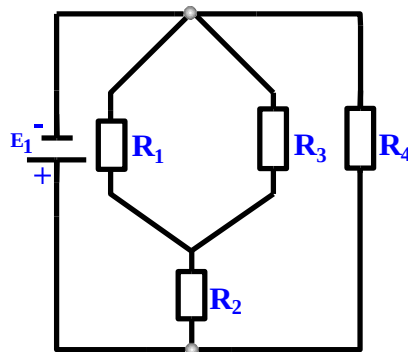
Topish kerak:

$$R_T = ?$$

Yechish. Elektr zanjirda R_1 va R_3 qarshiliklar o‘zaro parallel ulanganligini e’tiborga olib, elektr zanjirning ekvivalent sxemasini aniqroq ko‘rinishda 6.1.2-rasmda tasvirlanganligidek chizish mumkin. U holda umumiy qarshilikni ifodalovchi tenglamani osonroq keltirib chiqarish mumkin.



6.1.1-rasm



6.1.2-rasm

O‘zaro parallel ulangan R_1 va R_3 qarshiliklar yig‘indisini r_1 deb belgilab olsak, u holda: $\frac{1}{r_1} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}$ yoki $r_1 = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3}$ (1). R_2 va r_1 qarshiliklar o‘zaro ketma-ket ulanganligi sabab, natijaviy qarshilik tenglamasi: $r_2 = R_2 + r_1$ (2) shaklida ifodalanadi. Endi r_2 va R_4 qarshiliklardan iborat butun zanjirning qarshiligi: $\frac{1}{r_3} = \frac{1}{r_2} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{R_2 + r_1} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{R_2 + \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3}} + \frac{1}{R_4} = \frac{R_1 + R_3}{R_2(R_1 + R_3) + R_1 \cdot R_3} + \frac{1}{R_4}$ (3).

Tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo‘yib, tegishli matematik amallarni bajarib, r_3 qarshilikni topamiz:

$$\frac{1}{r_3} = \frac{R_1 + R_3}{R_2(R_1 + R_3) + R_1 \cdot R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{6 \Omega + 10 \Omega}{3 \Omega \cdot (6 \Omega + 10 \Omega) + 6 \Omega \cdot 10 \Omega} + \frac{1}{8 \Omega} \approx 0,273 \frac{1}{\Omega} \quad \text{yoki}$$

$$r_3 = \frac{1}{0,273} \Omega = 3,66 \Omega.$$

Elektr zanjirning R_T to‘liq qarshiligini topish uchun r_3 qarshilikka tok manbaining r ichki qarshiligini qo‘shamiz, ya’ni: $R = r + r_3$ (4). Tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo‘yib, tegishli matematik amallarni bajarib, elektr zanjirning R_T to‘liq qarshiligini topamiz: $R_T = r + r_3 = 2 \Omega + 3,66 \Omega = 5,66 \Omega$.

Javob: $R_T = 5,66 \Omega$

Masala №6.2.

Elektr yurituvchi kuchlari va ichki qarshiliklar mos ravishda $\varepsilon_1 = 1,9 \text{ V}$, $r_1 = 0,8 \Omega$ va $\varepsilon_2 = 1,1 \text{ V}$, $r_2 = 0,1 \Omega$ tok manbalari tashqi $R = 10 \Omega$ qarshilikka parallel ulangan (6.2.1-rasm). Tashqi elektr zanjirdagi tok kuchi topilsin?

Berilgan:

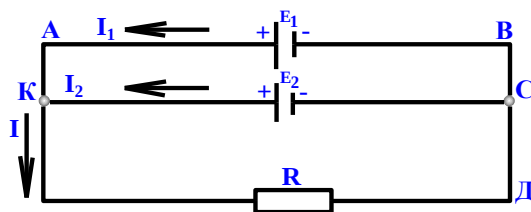
$$\varepsilon_1 = 1,9 \text{ V}, \quad r_1 = 0,8 \, \Omega,$$

$$\varepsilon_2 = 1,1 \text{ V},$$

$$r_2 = 0,1 \, \Omega, \quad R = 10 \, \Omega.$$

Topish kerak:

$$I = ?$$



6.2.1-rasm

Yechish. 6.2.1-rasmdan ko‘rinib turganidek elektr zanjirida ikkita K va C tugunlar mavjud, Kirxgofning 1-qonuniga muvofiq K tugundagi tok kuchi: $I = I_1 + I_2$ (1). ABDKA yopiq kontur uchun Kirxgofning 2-qonuniga muvofiq: $I_1 r_1 + I \cdot R = \varepsilon_1$ (2). Binobarin, ABCKA berk kontur uchun esa: $I_1 \cdot r_1 - I_2 r_2 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2$ (3). (1), (2) va (3) tenglamalarni birgalikda yechsak:

$$\begin{cases} I_1 r_1 + I \cdot R = \varepsilon_1 \\ I_1 r_1 - I_2 r_2 = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \\ I = I_1 + I_2 \end{cases} \quad \begin{cases} I_1 = \frac{\varepsilon_1 - I \cdot R}{r_1} \\ I_2 = \frac{I_1 r_1 - \varepsilon_1 + \varepsilon_2}{r_2} \\ I = I_1 + I_2 \end{cases} \quad (4).$$

$$I = \frac{\varepsilon_1 - IR}{r_1} + \frac{\frac{\varepsilon_1 - I \cdot R}{r_1} \cdot r_1 - \varepsilon_1 + \varepsilon_2}{r_2} = \frac{\varepsilon_1 - I \cdot R}{r_1} + \frac{\varepsilon_2 - IR}{r_2} \quad (5).$$

Tenglamani soddalashtirib,

quyidagi tenglamani hosil qilamiz: $I \cdot r_1 \cdot r_2 = \varepsilon_1 \cdot r_2 - IR \cdot r_2 + \varepsilon_2 \cdot r_1 - IR \cdot r_1$ (6) yoki

$I(r_1 \cdot r_2 + R \cdot r_2 + R \cdot r_1) = \varepsilon_1 \cdot r_2 + \varepsilon_2 \cdot r_1$ (7). Bu tenglamadan esa tashqi zanjirdagi tok

kuchining quyidagi ifodasini hosil qilamiz: $I = \frac{\varepsilon_1 \cdot r_2 + \varepsilon_2 \cdot r_1}{r_1 r_2 + R \cdot (r_2 + r_1)}$ (8). Tenglamadagi

kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo‘yib, tegishli matematik amallarni bajarib, elektr zanjirdagi tok kuchini topamiz:

$$I = \frac{\varepsilon_1 \cdot r_2 + \varepsilon_2 \cdot r_1}{r_1 r_2 + R \cdot r_2 + R \cdot r_1} = \frac{1,9 \text{ V} \cdot 0,1 \, \Omega + 1,1 \text{ V} \cdot 0,8 \, \Omega}{0,8 \, \Omega \cdot 0,1 \, \Omega + 10 \, \Omega \cdot 0,1 \, \Omega + 10 \, \Omega \cdot 0,8 \, \Omega} = 0,118 \text{ A}$$

Javob: $I = 0,118 \text{ A}$

Masala №6.3.

$I_0 = 10 \text{ mA}$ kattalikgacha tok kuchini o‘lchashga mo‘ljallangan $R_0 = 8 \, \Omega$ ichki qarshilikli milliampermetr yordamida $I_1 = 1 \text{ A}$ tok kuchini o‘lchash uchun nima qilish zarur va uning kattaligi qanday bo‘lishi lozim?

Berilgan:

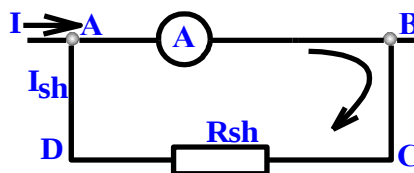
$$I_0 = 10 \text{ mA} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ A},$$

$$R_0 = 8 \Omega,$$

$$I_1 = 1 \text{ A}.$$

Topish kerak:

$$R_{sh} = ?$$



6.3.1-rasm

Yechish. Amalda tok kuchini o'lchash uchun milliampermetr elektr zanjirga ketma-ket ulanadi. Agarda zanjirdagi tok kuchi I , milliampermetr o'lchash mumkin bo'lgan chegaraviy I_0 tok kuchidan katta bo'lsa, u holda unga R_{sh} -shunt qarshilikni parallel ulash talab etiladi. R_{sh} -shunt qarshilik shunday tanlab olinadiki, natijada milliampermetrdan oqib o'tuvchi tok kuchi milliampermetr o'lchashi uchun mo'ljallangan tok kuchining chegaraviy I_0 qiymatidan oshmasligi lozim. 6.3.1-rasmda tasvirlangan A tugun uchun Kirxgofning 1-qonunini qo'llasak: $I = I_0 + I_{sh}$ (1). ABCDA berk zanjir uchun tok yo'nalishini soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha deb hisoblab, Kirxgofning 2-qonunini qo'llasak: $I_0 R_0 - I_{sh} R_{sh} = 0$ (2). U holda (1) va (2) tenglamalarni birgalikda yechsak: $I_0 \cdot R_0 - R_{sh}(I - I_0) = 0$ (3) bo'lib,

$$\text{bu erdan: } R_{sh} = \frac{I_0 R_0}{I - I_0} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 8 \Omega}{1 \text{ A} - 10^{-2} \text{ A}} \approx 0,08 \Omega$$

Javob: $R_{sh} \approx 0,08 \Omega$.

Masala №6.4.

Elektr zanjiriga $R = R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2 \text{ k}\Omega$ 4 ta bir xil qarshilik va elektr yurituvchi kuchlari mos ravishda $\varepsilon_1 = 1,5 \text{ V}$ va $\varepsilon_2 = 2 \text{ V}$ tok manbalari 6.4.1-rasmda ko'rsatilganidek ulangan. Tok manbalarining ichki qarshiligini hisobga olmagan holda har bir qarshilikdagi tok kuchi topilsin?

Berilgan:

$$R = R_1 = R_2 = R_3 =$$

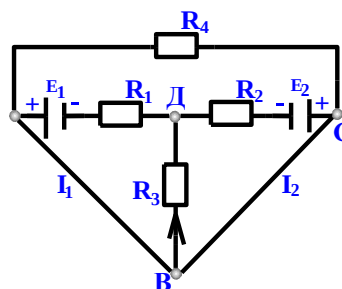
$$R_4 = 2 \text{ k}\Omega = 2 \cdot 10^3 \Omega$$

$$\varepsilon_1 = 1,5 \text{ V}, \quad \varepsilon_2 = 2 \text{ V}.$$

Topish kerak:

$$I_1 = ?, \quad I_2 = ?,$$

$$I_3 = ?, \quad I_4 = ?.$$



6.4.1-rasm

Yechish. 6.4.1-rasmdan ko'rinib turibdiki, R_4 - qarshilik ABC berk zanjir bilan tutushgan bo'lib, R_4 -qarshilik orqali elektr toki oqib o'tmaydi, ya'ni $I_4 = 0$ bo'ladi. U holda zanjirning qolgan qismi esa D va B tugunlardan iborat bo'lib, V

tugun uchun Kirxgofning 1-qonuniga muvofiq: $I_1 + I_2 = I_3$ (1). ADBA hamda DCBD berk zanjirlar uchun Kirxgofning 2-qonuniga muvofiq:

$$\begin{cases} I_3 R_0 + I_1 R_0 = \varepsilon_1 \\ I_3 R + I_2 R = \varepsilon_2 \\ I_1 + I_2 = I_3 \end{cases} \quad (2)$$

Tenglamalarni birgalikda yechnak:

$$I_3 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{3R}; I_2 = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1 + I_3 R}{2R};$$

$$I_1 = I_3 - I_2 \quad (3).$$

Endi tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, tok kuchlarini topamiz:

$$I_3 = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{3R} = \frac{1,5 \text{ V} + 2 \text{ V}}{3 \cdot 2 \cdot 10^3 \Omega} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ A};$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1 + I_3 R}{2R} = \frac{2 \text{ V} - 1,5 \text{ V} + 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ A} \cdot 2 \cdot 10^3 \Omega}{2 \cdot 2 \cdot 10^3 \Omega} = 0,375 \cdot 10^{-3} \text{ A}.$$

U holda (3) tenglamaga asosan: $I_1 = I_3 - I_2 = (0,5 - 0,375) \cdot 10^{-3} \text{ A} = 0,125 \cdot 10^{-3} \text{ A}.$

Javob: $I_3 = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ A}, \quad I_2 = 0,375 \cdot 10^{-3} \text{ A}, \quad I_1 = 0,125 \cdot 10^{-3} \text{ A}, \quad I_4 = 0.$

Masala №6.5.

6.5.1-rasmda tasvirlangan elektr zanjirning har bir qarshilikdagi tok kuchlari topilsin? Manbaning elektr yurituvchi kuchlari va elektr zanjirdagi qarshiliklarning son qiymatlari mos ravishda:

$$R_1 = 2 \Omega, \quad R_2 = 3 \Omega, \quad R_3 = 5 \Omega, \quad E_1 = 60 \text{ V}, \quad E_2 = 75 \text{ V}.$$

Berilgan:

$$R_1 = 2 \Omega$$

$$R_2 = 3 \Omega,$$

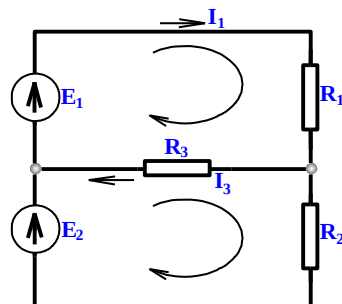
$$R_3 = 5 \Omega,$$

$$E_1 = 60 \text{ V},$$

$$E_2 = 75 \text{ V}$$

Topish kerak:

$$I_1 = ?, \quad I_2 = ?, \quad I_3 = ?$$



6.5.1-rasm

Yechish: 6.5.1-rasmda tasvirlangan elektr sxemada har ikkala berk kontur uchun tokning musbat yo'nalishi sifatida soat strelkasi bo'yicha yo'nalishni tanlaymiz. U holda bitta tugun va 2 ta berk kontur uchun Kirxgofning 1- va 2-qonuniga asosan tenglamalar sistemasining ko'rinishi qo'yidagi shaklda ifodalanadi:

$$\begin{cases} I_2 + I_3 = I_1 \\ E_1 = I_1 \cdot R_1 + I_3 \cdot R_3 \\ E_2 = I_2 \cdot R_2 - I_3 \cdot R_3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ I_1 \cdot 2 + I_3 \cdot 5 = 60 \\ I_2 \cdot 3 - I_3 \cdot 5 = 75 \end{cases} \text{ yoki}$$

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ 2I_2 + 2I_3 + 5I_3 = 2I_2 + 7I_3 = 60 \\ 3I_2 - 5I_3 = 75 \end{cases}$$

. Endi tenglamalar sistemasini qo'shish usuli yordamida soddalashtirib, quyidagi tenglikni hosil qilamiz:

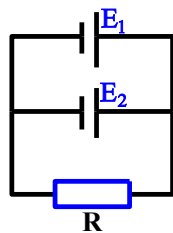
$$31I_2 = 825 \text{ bu yerdan } I_2 = 26,4A, I_3 = \frac{75 - 3 \cdot 26,4}{5} = 0,84A,$$

$$I_1 = 26,4A + 0,84A \approx 27,3A$$

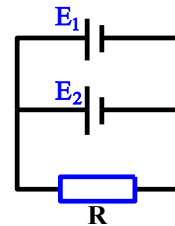
Javob: $I_1 \approx 27,3 A$; $I_2 \approx 26,4 A$; $I_3 \approx 0,84A$.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Elektr yurituvchi kuchlari va ichki qarshiliklari mos ravishda $\varepsilon_1 = 15V, r_1 = 2\Omega$ va $\varepsilon_2 = 10V, r_2 = 1\Omega$ bo'lgan ikkita akkumulyatorlar batareyasi tashqi ($R = 6\Omega$) qarshilikka 6.5.2-rasmda tasvirlanganidek ulangan. Batareyalardagi va tashqi qarshilikdagi tok kuchi topilsin?
2. Elektr yurituvchi kuchlari va ichki qarshiliklari mos ravishda $\varepsilon_1 = 8V, r_1 = 1\Omega$ va $\varepsilon_2 = 4V, r_2 = 2\Omega$ bo'lgan ikkita tok manbai va reostat ($R = 10\Omega$) 6.5.3-rasmda ko'rsatilganidek ulangan. Reostat orqali o'tuvchi I tok kuchi topilsin?

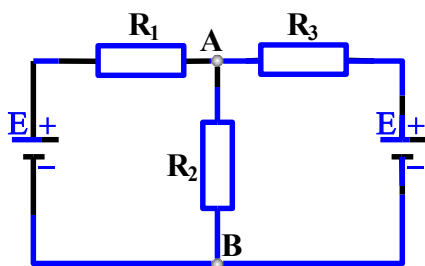


6.5.2-rasm

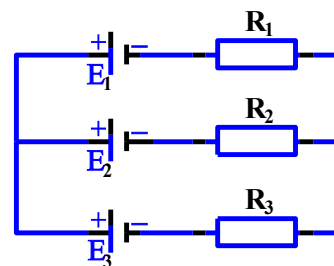


6.5.3-rasm

3. Agar $E_1 = 4V, E_2 = 3V, R_1 = 6\Omega, R_3 = 1\Omega$ bo'lsa (6.5.4-rasm), R_3 qarshilikli rezistordagi I_3 tok kuchi va rezistor uchlaridagi kuchlanish U_3 topilsin? Tok manbalarining ichki qarshiliklari hisobga olinmasin.
4. Elektr yurituvchi kuchlari $E_1 = 12V, E_2 = 5V, E_3 = 10V$ va ichki qarshiliklari bir xil $r = 1\Omega$ bo'lgan uchta batareya bir xil ismli qutblari bilan o'zaro ulangan. Tutashtiruvchi o'tkazgich simlarning qarshiliklari juda kichik. Har bir batareyadan oqib o'tayotgan tok kuchi aniqlansin?



6.5.4-rasm



6.5.6-rasm

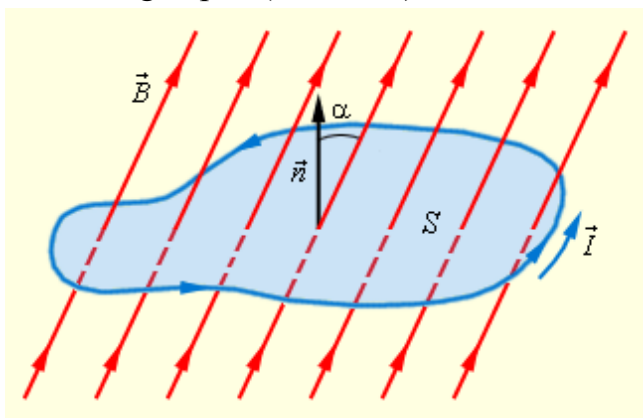
6. Elektr yurituvchi kuchlari $E_1 = 11V, E_2 = 4V, E_3 = 6V$ bo'lgan uchta tok manbai va $R_1 = 5\Omega, R_2 = 10\Omega, R_3 = 2\Omega$ qarshilikli uchta reostat 6.5.6-rasmda ko'rsatilganidek ulangan. Reostatlardagi tok kuchlari I aniqlansin. Tok manbalarining ichki qarshiliklari hisobga olinmasa bo'ladigan darajada kichik deb hisoblansin.

7.Mavzu. Elektromagnit induksiya hodisasiga oid masalalar yechish

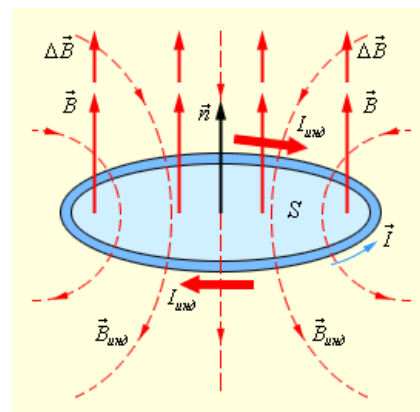
Qisqacha nazariy qism

Bitta g'altakga bir-biridan izolyasiyalangan ikki o'tkazgich sim o'ralgan bo'lsin. Birinchi o'ram (K) kalit orqali (B) tok manbaiga ulangan. Birinchi o'ramni tok manbaiga ulash va uzish vaqtida ikkinchi o'ramda qisqa muddatli induksion tok qayd qilingan. Bu hodisaga elektromagnit induksiya deb ataladi. Keyinchlik M.Faradey elektromagnit induksiya hodisasini yuqoridagidek turli xil usullarda amalga oshirdi. M.Faradey tajriba natijalarini taxlil qilib, quyidagi xulosalarga keldi:

- Induksion tok berk konturdan o'tuvchi magnit induksiya oqimining o'zgarishi tufayli vujudga keladi (7.1-rasm).
- Induksion tokning qiymati magnit oqimining $\frac{d\Phi}{dt}$ o'zgarish tezligiga bog'liqdir (7.2-rasm).



7.1-rasm



7.2-rasm

Endi umumiyroq holdan foydalanib induksion elektr yurituvchi kuchni aniqlaylik. Elektr yurituvchi kuchi ε bo'lgan tok manbaiga ulangan ixtiyoriy shakldagi kontur magnit maydoniga joylashtirilsa, tok manbaining elementar dt vaqt ichida bajargan to'liq ishi: $\varepsilon dA = Idt$ (7.1) bo'lib, bajarilgan ishning bir qismi elektr qarshiligi R bo'lgan konturdan (dQ) Joul issiqligi sifatida ajralib chiqadi. U holda (7.1) tenglamani quyidagi shaklda ifodalash mumkin: $\varepsilon dA_1 = dQ = I^2 R dt$ (7.2). Umumiy bajarilgan ishning ikkinchi qismi esa magnit maydonidagi tokli konturni bir vaziyatdan boshqa vaziyatga ko'chirishga sarf bo'ladi va quyidagicha ifodalanadi: $dA_2 = Id\Phi$ (7.3). Energiyaning saqlanish qonuniga asosan:

$\varepsilon dA = dA_1 + dA_2$ (7.4) yoki $Idt = I^2 R dt + Id\Phi$ (7.5). Tenglamani har ikki tomonini Idt kattalikka hadma-had bo'lsak: $\varepsilon = IR + \frac{d\Phi}{dt}$ (7.6). Endi bu tenglamadan tok

kuchini topamiz: $I = \frac{\varepsilon - \frac{d\Phi}{dt}}{R} = \frac{\varepsilon + \left(-\frac{d\Phi}{dt}\right)}{R}$ (7.7) ifodani elektr yurituvchi kuchi ε

bo'lgan tok manbaidan tashqari, yana kontur bilan chegaralangan yuza orqali o'tuvchi magnit induksiya oqimining o'zgarishi tufayli paydo bo'lgan qo'shimcha $\left(-\frac{d\Phi}{dt}\right)$ elektr yurituvchi kuchli kontur uchun G.Om qonunining matematik ifodasi

deb qarash mumkin. U holda yuqorida bayon etilgan fikrlardan ana shu qo'shimcha elektr yurituvchi kuch induksiya elektr yurituvchi kuchidir degan xulosa kelib chiqadi va u quyidagicha ifodalanadi: $\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt}$ (7.8).

Masalalar yechish namunalari

Masala №7.1.

Induksiyasi $B = 2 \text{ Tl}$ bo'lgan magnit maydonida $l = 10 \text{ sm}$ uzunlikdagi o'tkazgich $\nu = 20 \frac{\text{ayl}}{\text{s}}$ chastota bilan tekis aylanmoqda. Aylanish o'qi o'tkazgichning bir uchidan o'tib, magnit maydonning kuch chiziqlariga parallel yo'nalgan bo'lsa, o'tkazgichning uchlarida hosil bo'lgan induksiya elektr yurituvchi kuchi topilsin?

Berilgan:

$$B = 2 \text{ Tl},$$

$$l = 10 \text{ sm} = 10 \cdot 10^{-2} \text{ m},$$

$$\nu = 20 \frac{\text{ayl}}{\text{s}}.$$

Topish kerak:

$$\varepsilon_i = ?$$

Yechish.

M.Faradeyning elektromagnit induksiya qonuniga muvofiq induksiya EYuK:

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (1) \text{ bo'lib, o'tkazgichning har bir}$$

aylanishida kesib o'tgan magnit induksiya oqimini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\Phi = B \cdot S = B \cdot \pi \cdot l^2 \quad (2).$$

Agarda o'tkazgich Δt vaqt davomida N -marta aylansa, u holda magnit induksiya oqimining o'zgarishi quyidagicha ifodalanadi: $\Delta\Phi = B \cdot \pi \cdot l^2 \Delta N$ (3).

Endi (2) ifodani (1) tenglamaga qo'ysak: $\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -B \cdot \pi \cdot l^2 \cdot \frac{\Delta N}{\Delta t} = -\pi \cdot B \cdot l^2 \cdot \nu$

(4) bo'lib, bu yerda $\frac{\Delta N}{\Delta t} = \nu$ (5) kattalik o'tkazgichning aylanish chastotasini

ifodalaydi. (4) tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, induksiya elektr yurituvchi kuchini topamiz: $|\varepsilon_i| = \pi \cdot B \cdot l^2 \cdot \nu = 3,14 \cdot 2 \text{ Tl} \cdot (10 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2 \cdot 20 \frac{\text{ayl}}{\text{s}} \approx 1,26 \text{ V}$

Javob: $|\varepsilon_i| \approx 1,26 \text{ V}$.

Masala №7.2.

$l = 2 \text{ m}$ uzunlikdagi o'tkazgich bir uchidan o'tuvchi qo'zg'almas o'q atrofida aylanma harakatlanmoqda. O'tkazgichning aylanish o'qi induksiya vektori $B = 50 \mu\text{Tl}$ bo'lgan magnit maydoniga parallel joylashgan bo'lsa, o'tkazgich aylanish chastotasining qanday qiymatida o'tkazgich uchlaridagi kuchlanish $U = 2 \text{ mV}$ ga teng bo'ladi?

Berilgan:

$$l = 2 \text{ m},$$

$$B = 50 \mu\text{Tl} = 50 \cdot 10^{-6} \text{ Tl},$$

$$U = 2 \text{ mV} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ V}.$$

Topish kerak:

$$\nu = ?$$

Yechish.

M.Faradey qonuniga muvofiq o'tkazgichning magnit maydonida harakatlanishi

natijasida hosil bo'lgan induksiya EYuK: $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

(1) bo'lib, bu yerda magnit maydon oqimining o'zgarishi: $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S$ (2).

Magnit maydon oqimining o'zgarishi o'tkazgich bir marta to'liq aylanishi natijasida kesib o'tilgan yuza kattaligini quyidagicha ifodalash mumkin: $\Delta S = \pi \cdot l^2$ (3). (1), (2) va (3) tenglamalarni birgalikda yechib, induksiya elektr yurituvchi

kuchining quyidagi ifodasini hosil qilamiz: $\varepsilon = \frac{B \cdot \pi l^2}{\Delta t}$ (4), bu yerda $\frac{1}{\Delta t}$ -

o'tkazgichning bir marta to'liq aylanishi uchun sarf etilgan vaqt, ya'ni o'tkazgichning aylanish chastotasi. U holda (4) tenglamadan o'tkazgichning

aylanish chastotasini topsak: $\nu = \frac{1}{\Delta t} = \frac{\varepsilon}{B \cdot \pi l^2}$ (5). Tenglamadagi kattaliklarning

masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib tegishli matematik amallarni bajarib, o'tkazgichning aylanish chastotasini topamiz:

$$\nu = \frac{\varepsilon}{B \cdot \pi \cdot l^2} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ V}}{50 \cdot 10^{-6} \text{ Tl} \cdot 3,14 \cdot (2 \text{ m})^2} \approx 3,2 \frac{\text{ayl}}{\text{s}}$$

Javob: $\nu \approx 3,2 \frac{\text{ayl}}{\text{s}}$

Masala №7.3.

Induksiya vektori $B = 20 \text{ mTl}$ bo'lgan magnit maydonida magnit induksiya vektoriga tik yo'nalishda $\vartheta = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ tezlik bilan harakatlanayotgan uzunligi $l = 30 \text{ sm}$ bo'lgan o'tkazgichning induksiya elektr yurituvchi kuchi aniqlansin?

Berilgan:

$$B = 20 \text{ mTl} = 20 \cdot 10^{-3} \text{ Tl},$$

$$\vartheta = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad l = 30 \text{ sm} = 30 \cdot 10^{-2} \text{ m}.$$

Topish kerak:

Yechish.

Elektromagnit induksiya hodisasiga asosan, induksiya elektr yurituvchi kuchi birlik vaqtda magnit maydoni induksiya oqimining o'zgarishini teskari ishorali ifodasiga teng, ya'ni:

$$\varepsilon_i = ?$$

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (1).$$

(1) tenglamada $\Delta\Phi$ – magnit induksiya vektori o'qimining o'zgarishi bo'lib, u ϑ - tezlik bilan harakatlanayotgan o'tkazgichning Δt vaqt ichida kesib o'tgan induksiya kuch chiziqlariga teng bo'lib, quyidagicha ifodalanadi: $\Delta\Phi = B \cdot \Delta S = Bl \cdot \vartheta \cdot \Delta t$ (2).

Endi (2) ifodani (1) tenglamaga qo'yib, induksiya elektr yurituvchi kuchini quyidagicha ifodalash mumkin: $\varepsilon_i = -\frac{B \cdot l \cdot \vartheta \cdot \Delta t}{\Delta t} = -Bl \cdot \vartheta$ (3). Tenglamadagi

kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, induksiya elektr yurituvchi kuchini topamiz:

$$|\varepsilon_i| = B \cdot l \cdot \vartheta = 20 \cdot 10^{-3} \text{ Tl} \cdot 30 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 30 \cdot 10^{-3} \text{ V}.$$

Javob: $|\varepsilon_i| \approx 30 \cdot 10^{-3} \text{ V}.$

Masala №7.4.

Uzunligi $l = 50 \text{ sm}$, ko'ndalang kesimi yuzasi $S = 5 \text{ sm}^2$ va o'ramlari soni $N = 600$ bo'lgan induktiv g'altakning induktivligi topilsin? G'altak o'zagi materialining nisbiy magnit singdiruvchanligi $\mu = 500$.

Berilgan:

$$l = 50 \text{ sm} = 0,5 \text{ m}, \quad \mu = 500,$$

$$S = 5 \text{ sm}^2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2, \quad N = 600,$$

$$\mu_0 = 12,56 \cdot 10^{-7} \frac{\text{Gn}}{\text{m}}.$$

Topish kerak:

$$L = ?$$

Yechish. Uzun g'altakning induktivligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$L = \mu_0 \mu n^2 V \quad (1), \quad \text{bu erda} \quad n = \frac{N}{l} \quad (2)$$

g'altakning uzunlik birligiga mos kelgan o'ramlar soni, l - g'altakning uzunligi, N - o'ramlari soni.

Induktiv g'altak hajmining $V = S \cdot l$ (3) ifodasini e'tiborga olib, (1) tenglamani quyidagi shaklda ifodalash mumkin: $L = \mu \mu_0 \frac{N^2}{l^2} \cdot lS = \mu \mu_0 \frac{N^2}{l} S$ (4).

Tenglamadagi kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib tegishli matematik amallarni bajarib, g'altakning induktivligini topamiz:

$$L = \mu \mu_0 \frac{N^2}{l^2} \cdot lS = 12,56 \cdot 10^{-7} \frac{\text{Gn}}{\text{m}} \cdot 500 \cdot \frac{(600)^2}{0,5} \cdot 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 22,6 \cdot 10^{-2} \text{ Gn}.$$

Javob: $L = 22,6 \cdot 10^{-2} \text{ Gn}.$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. $\Phi = 40 \text{ mVb}$ magnit oqimi yopiq konturga singadi. Agar magnit oqimi $\Delta t = 2 \text{ ms}$ vaqt davomida nolgacha o'zgarsa, konturda vujudga keluvchi induksiya elektr yurituvchi kuchining $\langle \varepsilon_i \rangle$ o'rtacha qiymati aniqlansin?
2. Uzunligi $l = 40 \text{ sm}$ bo'lgan to'g'ri o'tkazgich sim $v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ tezlik bilan induksiya chiziqlariga tik ravishda bir jinsli magnit maydonda harakatlanmoqda. Sim uchlaridagi potentsiallar farqi $U = 2 \text{ V}$ bo'lsa, V magnit maydon induksiyasi topilsin?
3. Ikki qutbli generatorning qutblari orasidagi magnit maydon induksiyasi $B = 2 \text{ Tl}$. Rotor $S = 400 \text{ sm}^2$ yuzali $N = 100$ o'ramga ega. Agar induksiya elektr yurituvchi kuchining maksimal qiymati $\varepsilon_i = 200 \text{ V}$ bo'lsa, yakorning aylanish chastotasi n topilsin?
4. $N = 800$ ta o'ramli solenoidning ko'ndalang kesimi orqali o'tayotgan magnit induksiya oqimi $\Delta t = 2 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ davomida $\Phi_1 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ Vb}$ dan $\Phi_2 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ Vb}$ gacha tekis o'zgarganda, solenoidda induksiyalanadigan ε elektr yurituvchi kuch topilsin?
5. Agar magnit induksiya oqimining o'zgarish tezligi $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = 0,24 \frac{\text{Vb}}{\text{s}}$ bo'lganda g'altakda $\varepsilon_i = 48 \text{ V}$ elektr yurituvchi kuch induksiyalansa, g'altakning N o'ramlari soni topilsin?

8.Mavzu. Texnika taraqqiyotida energetikaning o'rni **Qisqacha nazariy qism**

Insoniyat jamiyatining rivojlanish, uning taraqqiyot yo'lidagi yutuqlari bevosita mehnat unumdorligining yuksalishi va odamlar hayotidagi moddiy boyliklarni yaxshilanishi bilan uzviy bog'liq. Ilmiy-texnika va ijtimoiy taraqqiyot iste'mol qilinayotgan energiyani o'sishi va yangilarini, yanada ham foydalilarini o'zlashtirish bilan kuzatiladi.

Zamonaviy mashinalar iste'mol qilayotgan energiya qiymati juda ham katta. Texnikaning hozirgi zamondagi rivojlanishi energiyani ko'p miqdorda iste'moli bilan tavsiflanadi va shu sababli ilmiy-texnika inqilobi davri bo'lib, oldingi rivojlanishlardan sifat darajasi bilan farq qiladi. Sifat darajasi birinchi navbatda ishlab-chiqarish kuchlarining yirik inqilobiy siljishlarida keng miqiyosda yuqori samarador avtomatika bilan jihozlangan mehnat qurollarida namoyon bo'ladi. Texnikaviy taraqqiyot qadimgi tarixiy davrlardan ma'lumki bevosita foydalanilgan energiya qiymati bilan bog'liq. Agarda insoniyat rivojlanishining birinchi bosqichlarida o'z mushaklarining va hayvon mushaklarining energiyasiga ega

bo'lgan bo'lsa, keyinchalik ishni katta qismini mashinalar yordamida bajariladigan bo'ldi.

Energiyaning ko'p ishlatilishi insoniyatni atrof-muhit to'g'risidagi bilimlarini ortib borishi bilan ham bog'liq. Insoniyat turmush tarzi bilan bog'liq holda energiyaga ehtiyoj uzluksiz ortib bormoqda. Shu sababli hozirgi kunda energiya manbalarini yangi avlodini yaratish va energiyani bir turdan ikkinchi turga aylantirishning yangi usullarini izlashga ehtiyoj sezilmoqda. Bugungi kunga kelib quyosh energiyasi, organik yoqilg'i energiyasi, kimyo energiyasi, daryo, dengiz va okeanlardagi suvni energiyasi, shamol energiyasi va yadro energiyasidan keng foydalanilmoqda.

Kelajakda yengil elementlar sintezidan hosil bo'ladigan termoyadro energiyasidan foydalanish muammosi ustida ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu muammo hal etilsa, energiya zahiralarning tugab borayotganligiga qaramasdan insoniyat energiyaga bo'lgan kelajakdagi ehtiyoji to'la qondirilishi mumkin. Texnikani shiddatli taraqqiyoti va uning bugungi kundagi darajasiga energianing yangi turlaridan, birinchi navbatda elektr energiyasidan foydalanmasdan erishib bo'lmas edi. Mubolag'asiz aytish mumkinki, zamonaviy jamiyatning mo'tadil hayoti va turmush tarzini elektr energiyasiz tassavur etib bo'lmaydi.

Hozirgi vaqtda elektr energiyasi inson hayoti va turmushida, sanoatda turli xil mexanizmlarni harakatga keltirish uchun va bevosita texnologik jarayonlarda, transportda keng foydalanilmoqda. Elektr energiyasining asosiy xususiyati shundan iboratki, uni uzoq masofalarga oson uzatish va boshqa energiya turlariga kam yo'qotishlar bilan o'zgartirish mumkin.

Insoniyat tomonidan yaratilgan sun'iy tizimlar quvvati va tabiiy geofizik jarayonlar quvvatini quyidagicha taqqoslash mumkin. Quyosh yil davomida koinotga yirik miqdorda energiya nurlantiradi, ulardan er yuzasiga $5 \cdot 10^8 \text{ km}^2$ ga teng bo'lgan yuzaga taxminan $7,5 \cdot 10^{17} \text{ kVt}$ -soatga teng bo'lgan energiya etib keladi. Bu esa 85600 mlrd. kVt quvvat demakdir.

Erning 1 km^2 yuzasiga o'rtacha quvvati $17 \cdot 10^4 \text{ kVt}$ ga teng bo'lgan quyosh energiyasi tushadi va birlamchi energiya manbalarining bu energiyadan foydalanish quvvati taxminan 19 kVt ga teng. Bu quvvatlar o'zaro 10^4 marotaba farq qiladi. Quyosh yerning issiqlik muvozanatida katta o'rin tutadi. Uning erga to'g'ri keladigan nurlanish quvvati, insoniyat oladigan va tabiatda sodir bo'ladigan jarayonlar quvvatidan ko'p marotaba ortiqdir. Quyosh quvvatini, hozirgi davrda insoniyat foydalana olmayotgan, erning o'z o'qi atrofida aylanish quvvatidan ($3 \cdot 10^{13}$ mlrd. kVt) bilan taqqoslash mumkin. Biroq dunyodagi elektr stansiyalarning umumiy quvvatini (2 mlrd. kVt) hozirda ko'pgina tabiiy jarayonlar bilan taqqoslash mumkin. Masalan, koinotdagi havo oqimlarining o'rtacha quvvati

$(25\div 30)\cdot 10^9$ kVt ni tashkil etadi. O'z navbatida bo'ronlarning o'rtacha quvvati $(30\div 40)\cdot 10^9$ kVt. Dengiz to'lqinlarining umumiy quvvati $(2\div 5)\cdot 10^9$ kVt. Taqqoslashlar keltirilayotganda nafaqat turg'un elektr stansiyalarni quvvatini, balki harakatdagi energetik qurilmalar quvvati ham hisobga olish zarur. Masalan, dunyodagi barcha yo'lovchi tashuvchi samolyotlarning umumiy quvvati $0,15\cdot 10^9$ kVt dan kam emas.

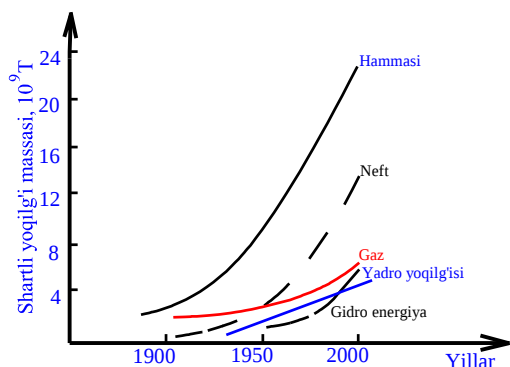
9.Mavzu. Elektr energiya manbalari va ularning zahiralari **Qisqacha nazariy qism**

Energiya - tabiat hodisalarini va insoniyat turmushining asosidir. O'z navbatida energiya materiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishining miqdoriy tavsifi sifatida baholanadi. Shu sababli tabiatda uchraydigan moddalarning bir turdan ikkinchi turga aylanishi energiya manbalari sifatida qaraladi. Energiya turi bo'yicha mexanik, kimyoviy, elektr, yadroviy va hokazolarga bo'linadi. Insoniyat amaliyotida foydalanish uchun yaroqli material ob'ektlarida mujassamlangan energiya - **energiya zahiralari** deb nomlanadi. Tabiatda ko'p uchraydigan energiya zahiralari asosiylari katta miqdorda amaliy ehtiyojlarga ishlatiladi. Ularga organik yoqilg'ilar, ko'mir, neft, gaz bilan bir qatorda okean, dengiz, daryo energiyasi, quyosh, shamol va hokazo energiya turlari kiradi. Energiya zahiralari **tiklanadigan** va **tiklanmaydigan** turlarga bo'linadi.

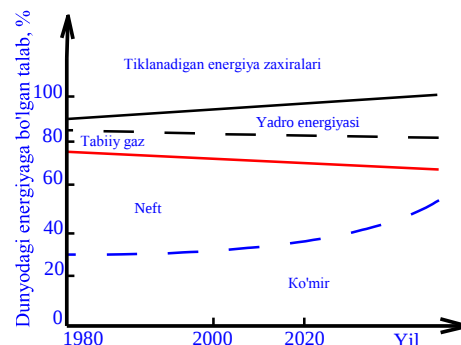
Tiklanadigan energiya zahiralari tabiat tamonidan bevosita tiklanadigan (suv, shamol va hokazo) energiya zahiralari, tiklanmaydigan energiya zahiralari esa avvaldan tabiatda to'plangan, ammo yangi geologik sharoitlarda qayta hosil bo'lmaydigan (masalan; toshko'mir, neft kabi) energiya zahiralari kiradi. Tabiatdan bevosita olinadigan (yoqilg'i energiyasi, suv energiyasi, shamol energiyasi, urning issiqlik energiyasi, yadroviy energiya) energiyaga **birlamchi** energiya deyiladi.

Energiya zahiralarining iste'moli. Energiya zahiralarini iste'moli tez sur'atlarda va dunyo ishlab chiqarishiga bog'liq ravishda o'smoqda. 2005 yilda energiya zahiralarining iste'moli 160-240 ming TVt soatni (ya'ni 20-30 mlrd. tonna shartli yoqilg'iga teng) tashkil etgan. 2005 yildan so'ng qolgan dunyo energiya zahiralari, yadro va termoyadro energetikasini hisobga olmagan holda, yana 100-250 yilga etishi taxmin qilinmoqda. Quyidagi 9.1-rasmda energiya tashuvchilarni dunyodagi iste'moli to'g'risida ma'lumotlar berilgan. Statistik ma'lumotlarda 2000 yilda dunyoda energiya zahiralarini umumiy ishlab chiqarishi 20 mlrd. tonna shartli yoqilg'iga tengligi ko'rsatilgan. Bu tizimda neft va gaz yuqori o'rin egallaydi va ishlab chiqarish energiya zahiralarini 3/5 qismini tashkil etadi; 1/5 qismini yadro yoqilg'isiga, qolgan qismi esa boshqa qattiq yoqilg'ilarga to'g'ri keladi (9.2-rasm). 60-yillarda dunyo yoqilg'i-energetik muvozanati

tuzilishida sezilarli oʻzgarishlar roʻy berdi. Suyuq va gazsimon yoqilgʻi isteʼmoli ortdi. 1980 yilda dunyoda umumiy energiya isteʼmolida 46% ni neft, 20% ni esa gaz tashkil yetdi. XX - asrning oxiriga kelib energiya isteʼmoli tabiiy gaz, koʻmir va yadro energiyasi hisobiga qondirildi.



9.1-rasm. Turli xil energiya tashuvchilarning shartli koʻrinishdagi, yillarga nisbatan dunyo boʻyicha isteʼmoli.

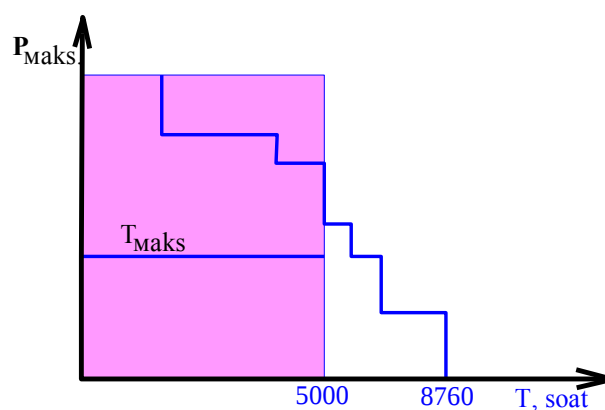


9.2-rasm. Yoqilgʻi-energetik zahiralarining dunyo miqyosidagi isteʼmolining tuzilishi.

XXI asrda tiklanadigan energiya turlari unumdorligini oshirish kutilmoqda. Taxminiy hisoblarga koʻra bu energiya zahiralarini ulushi, yadro energiyasi bilan 40% atrofida boʻladi. Foydalanaoladigan energiya manbalari ichida koʻmirning ulushi eng katta (75-85%); neft (10-15%) va gaz (10-15%), qolgan energiya zahiralarini birgalikda 2% ni tashkil etadi. Mutaxassislar fikriga koʻra, dunyo yoqilgʻini umumgeologik zahiralarini 200 mln. TVt-soat deb taxmin qilingan edi, keyinchalik zamonaviy texnologik usullar yordamida 28000 mln. TVt-soat yoqilgʻini qazib olish iqtisodiy jihatdan samarali deb topildi. Bu dunyoda qazib chiqarilayotgan yoqilgʻi miqdoridan 380000 marotaba koʻp.

Energetik manbalarining koʻp qismi elektr stansiyalarida elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun sarflanmoqda. Texnika taraqqiyoti natijasida insoniyat yirik elektr, taxminan 8-10 mlrd. kVtga teng boʻlgan quvvatga ega boʻldi. Agarda energetik qurilmalarni oʻrtacha 0,2 ga teng boʻlgan FIK bilan ishlashini hisobga olsak, unda ega boʻlgan quvvatini olish uchun tabiatdan 40-50 mlrd. kVt quvvatni chiqarib olishga toʻgʻri keladi.

Quvvat kun va yil davomida oʻzgarib turadi. Quvvatdan foydalanish grafik tarzda beriladi. Grafikni teng yuzali toʻgʻri turtburchak shaklda almashtirsak, hisobli qiymatga eng koʻp quvvatini davomiyligi T_m ga ega boʻlamiz (9.3-rasm) va dunyodagi foydalanilayotgan energiyani



topamiz. Kichik qiymatga asoslanib, 9.3.-rasm Elektr qurilmalarning umumiy quvvatidan foydalanish grafigi.

$$W=40 \text{ mlrd. kVt} \cdot 5000 \text{ soat}=200 \cdot 10^3 \text{ mlrd. kVt} \cdot \text{soat}.$$

Bu qiymatni shartli yoqilg'i ko'rinishga keltiramiz. 1 tonna shartli yoqilg'i 8000 kVt·s energiyaga mosligini e'tiborga olsak, energetik qurilmalarni yil davomida

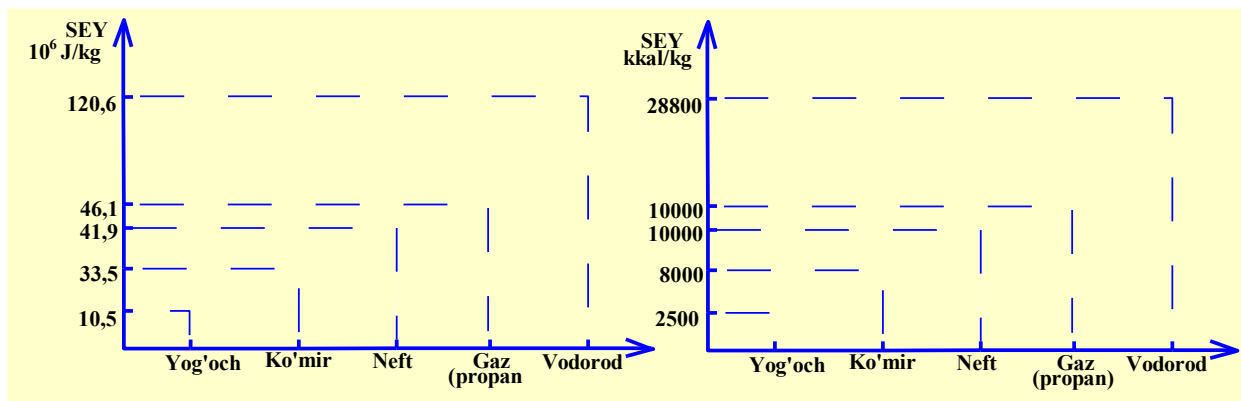
$$\text{harakatga keltirish uchun } M = \frac{200 \cdot 10^3 \text{ mlrd. kVt} \cdot \text{soat}}{8 \cdot 10^3 \frac{\text{kVt} \cdot \text{soat}}{\text{tonna}}} = 25 \text{ mlrd. tonna yoqilg'i talab}$$

etiladi.

Dunyo yoqilg'i zahirolari to'g'risida aniq bir tasavvur hosil qilish uchun turli xil yoqilg'ilarni turlicha energiya yig'uvchanlik xususiyatiga ega ekanligini hisobga olish lozim. 9.1-jadvalda va 9.4-diagrammada turli xil yoqilg'ilarning energiya yig'uvchanlik ko'rsatkichlari keltirilgan.

9.1-jadval

YOqilg'i turlari	SHartli yoqilg'i	Ko'mir	YOg'och (quruq)	Neft	Gaz (propan)	Vodorod
S.E.Y. J/kg kkal/kg	29.3 7000	33.5 8000	10.5 2500	41.9 10000	46.1 10000	120.6 28800



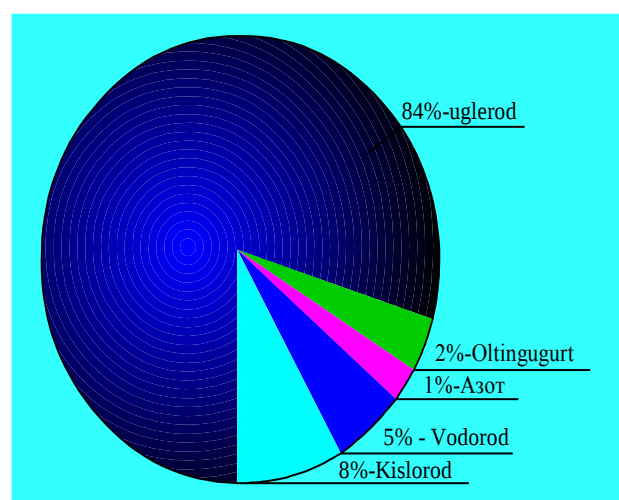
9.4-Turli xil moddalarning solishtirma energiya yig'uvchanligi (SEY) ko'rsatkichi.

Ko'mir. Dunyoda ko'mirning geologik zahirolari, shartli yoqilg'ida, 12000 mlrd. tonna deb baholanmoqda, Ulardan 6000 mlrd. tonnasi ishonchli zahiralariga tegishli. Uning 66 % AQSH, MDH mamlakatlari, Fransiya, Germaniya va Avstraliya kabi iqtisodiy rivojlangan mamlakatlarda joylashgan. Toshko'mir sanoatining energetika sohasidagi o'rni kamayib borishiga qaramasdan hozirgi kunda ushbu sanoat, dunyo energetikasida etakchi o'rinlarni egallaydi. Neft va gaz sanoatiga qaraganda toshko'mir sanoati zahiralar bilan yaxshi ta'minlangan. Ekspertlarning fikriga ko'ra, yaqin o'n yillikda elektrostansiyalarning yoqilg'iga

bo'lgan talabining 40 % toshko'mir sanoati bilan qondiriladi. Bu kabi o'zgarishning asosiy sabablaridan biri, toza ko'mir qazib olish va foydalanish texnologiyasining mukammallashtirilganligi tufayli, elektrostansiyalarning atrof-muhitga chiqarayotgan zararli chiqindi gazlarning kamaytirilganligidir.

Ko'mir qazib chiqari bo'yicha Xitoy, AQSH, Rossiya, Polsha, Hindiston, Avstraliya, Germaniya, SHimoliy Afrika Respublikasi, Ukraina va Qozoqiston mamlakatlari dunyoda etakchi o'rinlarni egallab kelmoqdalar. Neft va gazga qaraganda toshko'mir atigi 8 % eksport qilinadi. Eksport asosan AQSH, Avstraliya va MDH mamlakatlaridan qilinadi. Asosiy import qilinadigan mamlakatlar – Yaponiya, Koreya Respublikasi, Italiya, Kanada, Fransiya, Gollandiya, Angliya, Germaniya va Braziliya hisoblanadi.

Zamonaviy texnika va texnologiya, o'zini iqtisodiy oqlagan holda, ko'mirni ishonchli zahiralaridan 50%ni qazib olish imkoniyatini beradi. Toshko'mir yonganda taxminan 8,14 kVt(s/kg (29,3 MJoul) energiya ajralib chiqadi. Toshko'mirning elektr yig'uvchanligi ko'rsatkichini baho-lash maqsadida 9.4-rasmda toshko'mir tarkibidagi turli xil unsurlarning o'rtacha qiymatlari tasvirlangan.



9.4-rasm . Toshko'mirning taxminiy tarkibi.

O'zbekiston Respublikasida "O'zbekko'mir" kompaniyasi beshta ko'mir qazib olish korxonasidan iborat bo'lib, Angren ko'mir konida (Toshkent viloyati) 3 ta ko'mir qazib chiqarish texnologiyasi qo'llaniladi, Angren karerida ochiq uslubda qazib chiqariladi, Surxandaryo mintaqasida joylashgan ikki ko'mir qazib chiqarish korxonasida va 9-sonli konda yer osti qazib chiqarish uslubi qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda mamlakatimizda ko'mir qazib chiqarish va iste'mol qilish ancha miqdorga kamayib, asosan 3 ta: Angren (unda mamlakatning taxminan 80 % ko'miri qazib olinadi), Sharg'un va Boysun konlarida ko'mir qazib olinadi. Hozirgi vaqtda O'zbekistonda ko'mir zaxiralari mutaxassslarning hisoblari bo'yicha 1,9 mlrd. tonna miqdorida baholanmaqda va uning 80 % qo'ng'ir ko'mirdir.

Neft. Dunyo neft zahiralarining holatini baholash hozirgi paytda ko'pchilikni qiziqitirmoqda. Bu qiziqish ko'pgina mamlakatlardagi elektr energiyasi ishlab chiqarishida neft ko'mirni siqib chiqarmoqda. Hozirgi davrda transportda ishlatiladigan neft dunyo energiya iste'molining 90% ni tashkil etadi. Dunyoda neftni geologik zahiralar 200 mlrd. tonna deb baholanmoqda, ulardan 53 mlrd. tonnasi ishonchli zahiralariga kiradi. Neftni ishonchli zahiralarining yarmidan

ko'pi O'rta va Yaqin Sharq mamlakatlarida, eng malakali ishchi kuchlari joylashgan rivojlangan G'arbiy Yevropa mamlakatlarida esa katta bo'lmagan neft zahiralarini jamlangan. Bu haqida ma'lumot 9.2-jadvalda tasvirlangan.

9.2-jadval.

Mamlakat nomi	Dunyoning ishonchli neft ahiralari, %
AQSH	9.8
Lotin Amerikasi va Karib dengizi	7.0
Kanada	2.1
G'arbiy Evropa	0.5
Afrika	8.1
Yaqin va O'rta Sharq	60.9

Hozirgi vaqtda dunyo miqyosida neft iste'molini tez sur'atlar bilan o'sishi uchta asosiy sabab bilan baholanmoqda:

- barcha turdagi transportni rivojlanishi (birinchi navbatda avtomobil va aviatsiya);
- neft qazib olish, tashish va foydalanish ko'rsatkichlarining qattiq yoqilg'ilarga nisbatan afzalligi;
- qisqa vaqt ichida va kam sarf-xarajatlar bilan tabiiy energetik manbalaridan foydalanishga o'tish.

Neft zahiralarini va iste'molchilarining joylanishidagi tafovuti, neft tashish usullarini rivojlanishi va yiriklashishiga olib keldi. Masalan, katta diametrli (1 metrdan katta) uzatuvchi quvurlarning va katta yuk ko'tarishga moslashtirilgan tankerlarning ishga tushirilishi.

O'zbekistonda neft zahiralarini 600 mln. Barrelni tashkil etib, soha mutaxassislarining hisob-kitoblariga ko'ra asta-sekinlik bilan tugab bormoqda. Shu sababli 1990 yil oxirlaridan buyon neft mahsulotlarini qazib olish kuniga taxminan 120 ming barrelni tashkil etib, uning yarmi xom neft, yarmi kondensatdan iborat.

Tabiiy gaz. Hozirgi vaqtda statistik ma'lumotlarga asosan dunyodagi gazni geologik zahiralarini 140-170 trln.m³ deb baholanmoqda. Gaz zahiralarining dunyo mamlakatlari bo'yicha taqsimlanishi 9.3-jadvalda jadvalda tasvirlangan.

9.3-jadval

Mamlakat nomi	Dunyoning ishonchli gaz zahiralarini, %
AQSH	27,5
Lotin Amerikasi va Karib dengizi	6.2
Kanada	4.3
Rossiya va G'arbiy Evropa	14.4
Afrika	15,1
Yaqin va O'rta Sharq	20.6
Uzoq Sharq	2.3

Neft va gaz nafaqat energetik xom ashyo sifatida, balki kimyoviy xom ashyo sifatida ham ishlab chiqarish sanoatida katta ahamiyatga egadir. Hozirgi davrda 5000 turdagi sintetik ashyolar neft va gazdan maxsulotlaridan olinmoqda. Biroq zahiralarning faqat 3-5% i kimyoviy xom-ashyo sifatida ishlatilmoqda. Neft va gaz maxsulotlar burg‘ulash usuli bilan yer qa‘ridan olinishini e‘tiborga olsak, quduqlarning burg‘ulanishiga sarflangan xarajatlar geologik va tog‘ qidiruvlariga ketgan xarajatlarning 70% ni tashkil etishi tasdiqlangan.

O‘zbekiston gaz zahiralari bo‘yicha dunyo mamlakatlari miqyosida 17 – mamlakat bo‘lib hisoblanadi. Aksariyat gaz zaxiralari Buxoro, Qashqadaryo viloyatlari hamda Qorqalpog‘iston Respublikasining g‘arbiy qismidagi Ustyurt platosida joylashgan. Ustyurt platosi izlanishlar uchun eng istiqbolli hudud hisoblanib, to‘liq o‘rganib chiqilmagan hamda soha mutaxassislarining istiqboldagi zaxiralari hisob-kitoblariga ko‘ra 1,685 trln.kub metr bo‘lib, bu mamlakatning barcha isbotlangan zahiralarga tengdir.

10.Mavzu. Gidro va muqobil energiya manbalarining zahiralari **Qisqacha nazariy qism**

Gidroenergetika zahiralari. Yerda gidroenergetika yiliga 32900 TVt-soat qiymat kattaligi bilan baholanadi. Biroq bu energiyaning 25% ni texnik va iqtisodiy talablarga binoan amaliyotda foydalansa bo‘ladi. Bu miqdor hozirgi zamon dunyo elektr stansiyalarida yil davomida ishlab chiqarilayotgan energiya miqdoridan taxminan ikki marotaba katta. Quyidagi 10.1-jadvalda turli mamlakatlardagi gidroenergetik manbalar ko‘rsatilgan.

10.1-jadval

Davlatlar	Quvvat, GVt	Quvvat, GVt
	Suvning yil davomida o‘rtacha sarfi (50% ta‘minlangan)	Minimal suv sarfi(95% ta‘minlangan)
AQSH	53.9	25.0
Kanada	25.1	15.85
Yaponiya	13.2	5.6
Norvegiya	20.0	12.0
Shvetsiya	8.9	2.9
Fransiya	5.8	3.4
Italiya	5.2	2.8
Shvetsariya	3.8	2.4
Ispaniya	5.0	2,9
Germaniya	3.7	1.5
Angliya	1.2	0.6

Dengaz suvining ko‘tarilish va pasayishidan hosil bo‘ladigan energiya.

Hozirgi zamonda bu energiyadan bir necha quvvatga ega bo‘lgan elektr stansiyalari qurilgan. Lekin bu stansiyalarni qurish qimmatligi va ulardan

foydalanish notekisligi uchun, samaradorligi kam va ularning rivojlanishi sekin kechmoqda.

Atom energiyasi. 1990 yilga kelib dunyoning 20 ta davlatida ishlatilayotgan atom elektr stansiyalarning (AES) umumiy quvvati 140500 MVtni tashkil etmoqda. 2015 yilga borib ularning quvvati taxminan 900-950 ming MVtga etkazilishi taxmin qilinmoqda. Hozirgi vaqtda ilmiy-tadqiqotchi muhandis va etuk olimlar energiya yangi turi sifatida boshqariladigan termoyadro sintezi ustida ilmiy tadqiqot ishlari olib bormoqda. Bunda dengiz suvidagi vodorod izotoplaridan foydalaniladi. Tadqiqot natijalarining ko'rsatishicha sintez reaksiyasi natijasida 1 kg gazsimon deytriydan 10000 tonna ko'mirni yoqgandagi energiyaga teng miqdorda energiya olinishi, termoyadro sintezi jarayonida radioaktiv chiqindilar chiqmasligi e'tiborga olinsa, ushbu usulni kelajakda juda katta samara berishini taxmin qilish mumkin. Ammo hozirgi vaqtda termoyadro sintezi energiyasini olish yo'lida bir qancha texnik muammolar mavjudligi, bu uslubni keng ko'llanilishiga xalaqit bermoqda. Hozirgi kunda er yuzidagi 30 mamlakatda atom elektrostansiyalari bo'lib, ular umumiy iste'mol qilinadigan elektroenergiyaning 17 % ni ishlab chiqadi. Er yuzidagi atom elektrostansiyalarining o'rnatilgan quvvati 360 GVt ni tashkil qiladi. Dunyodagi rivojlangan mamlakatlar – AQSHda 98 GVt, Fransiyada 63 GVt, Yaponiyada 44 GVt, Angliyada 13 GVt, Rossiyada 20 GVt va Germaniyada 22 GVt elektroenergiya ishlab chiqiladi.

Xalqaro MAGATE tashkilotining ma'lumotiga qaraganda AESlar uchun yadro yoqilg'isi zahiralari hech qanday muammo tug'dirmaydi. Yadro yoqilg'isi xom ashyosi - boyitilgan uranning zahiralari dunyodagi barcha AESlarni 3000 yil to'xtovsiz ishlashiga yetadi. Dunyodagi 50 mamlakatda uran rudasi resurslari mavjud, ammo uni faqatgina 25 mamlakat ishlab chiqaradi. Uran qazib olish bo'yicha Kanada (yiliga 8500 tonna), Avstraliya (6500 tonna), Namibiya va Nigeriya (har qaysisi 2900 tonnadan) hamda Rossiya (2600 tonna) mamlakatlari etakchi o'rinlarni egallaydilar. Uran xomashyosini qazib olish uchun 1 kg ga 40 dollar xarajat qilinadigan dunyo zahiralari 1,32 mln.tonnani tashkil qilsa, 1 kg ga 130 dollar xarajat qilinadigan zahiralari 4 mln. tonnani tashkil qiladi. Dunyodagi barcha AESlarni ishlashi uchun 64 ming tonna uran talab qilinadi.

O'zbekistonda atom energiyasi zahiralari. Geologiya va tabiiy resurslar Davlat qo'mitasi ma'lumotlariga ko'ra, Markaziy Qizilqumdagi 27 ta uran konlarining zahiralari soha mutaxassislarining hisob-kitoblariga ko'ra 55 ming tonnani tashkil qilib, mamlakatning uran qazib chiqarish tarmog'ining asosini tashkil qiladi. O'zbekiston uran zahiralari bo'yicha dunyo mamlakatlari miqyosida 7-o'rinda turadi. Navoiy kon metallurgiya kombinatining Markaziy Qizilqumda joylashgan yangi Shimoliy Konimex uran konining ishga tushirilishi hamda

Yorquduq va Alendi konlarida pilot rusumida qazib olishni tashkil etilishi Navoiyda uran qazib chiqarish hajmining 30% ga oshishini ta'minladi.

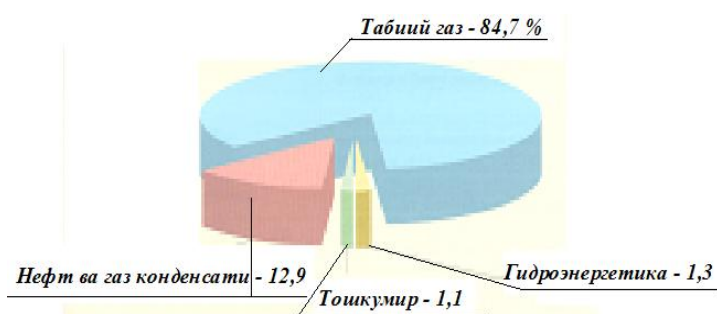
Shamol energiyasi. Yer sharida shamol energiyasi yiliga 175-220 ming TVt·soatni tashkil etadi, uning quvvati esa $(20-25) \cdot 10^9$ kVt teng bo'lib, taxminan dunyodagi energiya sarfidan 2,5 marotaba ortiq. Statistk ma'lumotlarga qaraganda bu energiyani 5% dan foydalanish mumkin, hozirgi davrda bundan ham kam ishlatilmoqda.

Quyosh nurining energiyasi. Insoniyat foydalanishi mumkin bo'lgan eng katta manba sifatida e'tirof etilayotgan quyosh energiyasining yer yuziga yo'naltirilgan oqimi $1,2 \cdot 10^{14}$ tonna shartli yoqilg'iga teng. Boshqa yulduzlar kabi quyosh ham o'ta qizigan gaz hisoblanadi. Uning tarkibi 82% vodorod, 17% geliy va 1% boshqa unsurlardan tashkil topgan. Quyoshning markazida shunday yuqori bosimli soha mavjudki, u yerda harorat 15-20 mln. $^{\circ}$ C-ni tashkil etadi. Quyosh energiyasidan foydalanishning eng katta muammolaridan biri shundan iboratki, energiya eng ko'p qismi yozda tushadi, energiyaga eng katta talab esa qish faslida to'g'ri keladi.

Geotermal energiya zahiralari. Yer sharida anchagina geotermal energiya zahiralari mavjud. Bu energiya behisob va undan kelajakda foydalanish ancha samarali. Radioaktiv unsurlarning emirilish natijasida, yer koinotga uzluksiz o'z issiqligini etkazib turadi.

Geotermal suv bir qancha mamlakatlarda isitish va issiq suv bilan ta'minlash uchun ishlatiladi. Islandiya poytaxti Reykyavik shahri to'liq yer osti issiq suvi hisobiga isitiladi. Katta hajmlardagi issiqlik ta'minotida termal suvlardan Avstraliya, Yangi Zelandiya va Italiya kabi mamlakatlarda foydalaniladi. Zamonaviy texnika va texnologiyalar tiklanadigan energiya manbalardan foydalanish istiqbollarini ochib bermoqda. Ilmiy va amaliy ishlarni shu yo'nalishga yo'naltirish, organik yoqilg'i iste'molini kamaytirishga yordam beradi.

O'zbekistonda mavjud bo'lgan noan'anaviy energiya manbalari. Hozirgi kunda jamiyatning rivojlanishini uning energiya bilan ta'minlanganligi belgilaydi. Ammo energiya iste'molining kundan-kunga oshib borishi hamda uni ishlab chiqarish uchun organik yoqilg'ilardan foydalanish, atrof-muhitni global ifloslanishiga olib kelmoqda va natijada insoniyat hayotiga jiddiy xavf solmoqda. Shuning uchun hozirgi kun energetikasining dolzarb masalalaridan biri, ekologik toza, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishdir.



10.1-rasm. Respublikamizda organik yoqilg'ilardan ishlab chiqarilayotgan elektr energiyaning miqdori (foizda).

Bugungi kunda respublikamizda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyaning 98,7% organik yoqilg'ilardan foydalanadigan issiqlik elektr stansiyalarida ishlab chiqariladi. Umumiy ishlab chiqariladigan energiyaga nisbatan atigi **1,3 %** elektr energiya GESlar yordamida ishlab chiqariladi.

10.1-jadval. O'zbekiston Respublikasi hududidagi eng muhim qaytalanuvchi energiya manbalarining turlari va miqdorlari (mln.t.n. e.)

Qaytalanuvchi energiya manbalari turlari	Yalpi potensial		Texnik potensial		O'zlasht-gan	
	mln.t. n.e	MVt s	mln.t n.e	MVt s	mln.t. n.e	MVt s
Quyosh energiyasi	50973	$592,9 \cdot 10^9$	176,8	$2,08 \cdot 10^9$	-	-
Shamol energiyasi	2,2	$25,6 \cdot 10^6$	0,4	$4,7 \cdot 10^6$	-	-
Gidroenergiya	9,2	$107 \cdot 10^6$	1,8	$21 \cdot 10^6$	0,6	$7 \cdot 10^6$
Biomasslar energiyasi	10,8	$125,7 \cdot 10^6$	4,7	$54,7 \cdot 10^6$	-	-
Geotermal suv energiyasi	0,4	$4,7 \cdot 10^6$	-	-	-	-
JAMI	50984,6	$593 \cdot 10^9$	179,0	$2,1 \cdot 10^9$	0,6	$7 \cdot 10^6$

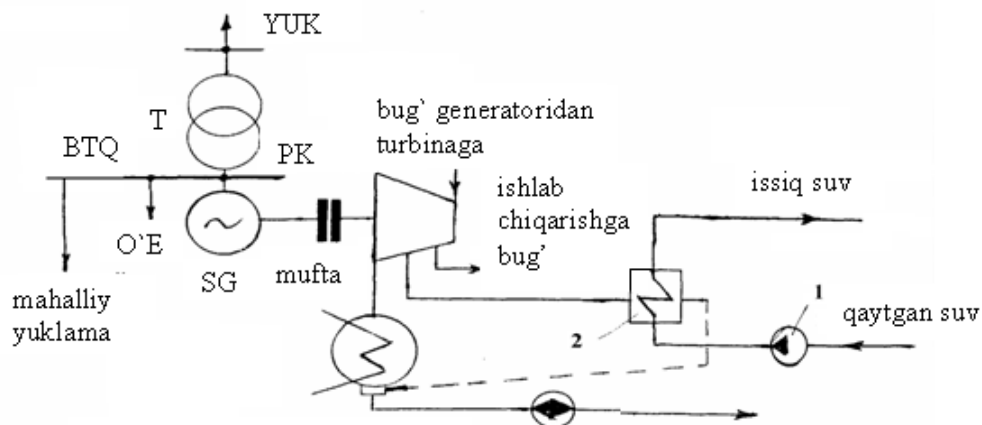
11-Mavzu: Elektr energetikasi tizimining asosiy elementlari

Qisqacha nazariy qism

Elektr stansiyalari. Elektr energiyasi elektr stansiyalarida sinxron generatorlar yordamida ishlab chiqariladi. Elektr stansiyalarining asosiy vazifasi biror turdagi (mexanik, issiqlik, atom, suv oqimi, yorug'lik, shamol va boshqalar) birlamchi energiyani elektr energiyasiga aylantirib berishdan iborat.

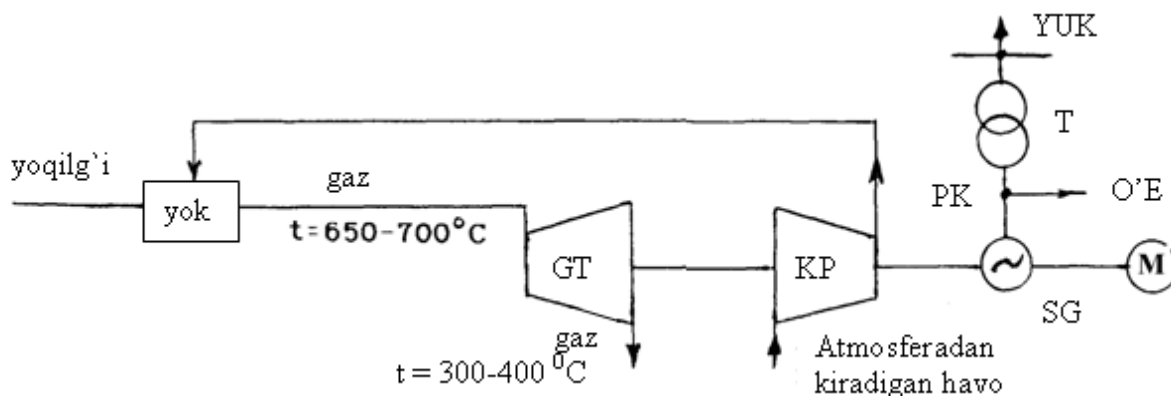
Elektr stansiya - bu birlamchi energoresurslarni yoqish yoki suvning energiyasidan foydalangan holda elektr, ba'zi hollarda esa qo'shimcha issiqlik energiyasi ishlab chiqariladigan sanoat korxonasidir.

Issiqlik elektr markazlarini esa iste'molchilarga yaqin joylarga quriladi va birlamchi yoqilg'i sifatida tashib keltiriladigan yoqilg'idan yoki quvurda keluvchi tabiiy gazdan foydalanadi. Issiqlik elektr markazlarida elektr hamda issiqlik energiyasi ishlab chiqariladi. Ular nisbatan tejamli ishlaydi va foydali ish koeffitsienti $60 \div 70\%$ ga etadi (11.2-rasm).



11.2–rasm. Issiqlik elektr markazi sxemasi: 1-kondensat nasosi; 2-isitkich.

Gaz turbinali elektr stansiyalarning asosini quvvati 25 ÷ 100 MVtli gaz turbinalar tashkil etadi (11.3-rasm). YOnish kamerasiga yoqilg‘i: gaz yoki dizel yoqilg‘isi tashlanadi, shuningdek, u yerga kompressor orqali siqilgan havo haydaladi.



11.3–rasm. Gaz turbinali elektr stansiya sxemasi: YOK-yonish kamerasi; GT-gaz turbina; KP-kompressor; SG-sinxron generator; T-transformator; M-ishga tushiruvchi motor; YUK-yuqori kuchlanishli tarmoq; O‘E-o‘z extiyoj tarmog‘i.

Qizigan yonish mahsulotlari oʻz energiyasini gaz turbinasiga beradi va u kompressor hamda sinxron generatorni aylantiradi. Qurilma ishga tushiruvchi elektr motori yordamida $1 \div 2$ minut davomida ishga tushiriladi.

Gaz turbinalarining tejamkorligini oshirish uchun bugʻ-gazli qurilmalar ishlab chiqilgan. Ularda yoqilgʻi bugʻ generatorining oʻtxonasida yoqilib, hosil

bo‘lgan bug‘ esa bug‘ turbinasiga yo‘naltiriladi. Bug‘ generatoridan chiqayotgan yonish mahsulotlari, tegishli haroratgacha sovutilgandan so‘ng, gaz turbinasiga yo‘naltiriladi.

Atom elektr stansiyalari- yadro reaksiyasi jarayonida ajralib chiqqan issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradi. Atom elektr stansiyalarini har qanday geografik xududga qurish mumkin, faqat suv bilan yaxshi ta‘minlangan bo‘lishi zarur. Atom elektr stansiyalarining FIKi $35 \div 38\%$ ga etadi. Bu elektr stansiyalaridan foydalanishdagi asosiy muammolar ularning radioaktiv chiqindilarini yo‘qotish, ishonchli va avariylarsiz ishlashlarini ta‘minlash masalalaridir (Atom elektr stansiyalari to‘g‘risida ma‘lumotlar 12-mavzuda batafsil yoritilgan).

Gidroelektr stansiyalar- suvning mexanik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradi. Hidroelektr stansiyalar suv resurslari mavjud joylarga quriladi va bunda iste‘molchilarni elektr energiya bilan ta‘minlashdan tashqari ekin erlarni sug‘orish masalalari ham hal etiladi. GES agregatlari yuqori manyovrli bo‘ladi. Ularni ishga tushirish, tarmoqqa ulash va sinxronlash uchun $1 \div 5$ minut vaqt etarli. GESlarning foydali ish koeffitsienti $85 \div 90\%$ ni tashkil etadi. Stansiya qurilgan joy iqlimiga, o‘sha joydagi o‘rmon va qishloq xo‘jaligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatishi mumkin.

Quyosh elektr stansiyalari – yorug‘lik energiyasi yarim o‘tkazgichli fotoelementlardan tuzilgan quyosh panellarida elektr energiyasiga aylantirib beriladi (Quyosh elektr stansiyalari to‘g‘risida ma‘lumotlar 12- mavzuda batafsil yoritilgan).

Shamol elektr stansiyalari – shamolning mexanik energiyasi maxsus qurilmalar yordamida elektr energiyasiga aylantiriladi (SHamol elektr stansiyalari to‘g‘risida ma‘lumotlar 12-mavzuda batafsil yoritilgan).

Podstansiyalar - elektr qurilmalar to‘plami bo‘lib, unda elektr energiyaning kuchlanishi, tokning turi - o‘zgarmas yoki o‘zgaruvchan, chastotasi bo‘yicha o‘zgartirilib, iste‘molchi fiderlarlariga bo‘lib taqsimlanadi. Podstansiya tarkibini quyidagi elektr qurilmalar tashkil etadi:

- elektr energiyaning ko‘rsatgich va parametrlarini o‘zgartirish uchun xizmat qiladigan kuch transformatorlari;
- elektr energiyani bir turdan ikkinchi turga aylantiruvchi o‘zgartgich qurilmalar;
- taqsimlash qurilmalari;
- boshqarish qurilmalari, himoya qurilmalari - jihozlari;
- o‘lchash asboblari;
- yordamchi inshootlardan tashkil topadi.

Podstansiyalarning tashqi elektr ta'minoti kuchlanishi 500 kV, 220 kV, 110 kV, 35 kV havo elektr uzatish yo'llar orqali amalga oshiriladi. Podstansiyalar, xizmat burchiga qarab, pasaytirish yoki birlashgan tortish-pasaytirish guruhlariga ajratiladi. Ular er osti yoki er ustida joylanishi mumkin.

Tortuvchi podstansiya TP bu elektr energiyaning iste'mol qiluvchi podstansiyasi bo'lib, u elektrlashgan va er ustida yo'naltirilgan transportlar: temir yo'l, metropolitenlarning kontakt tarmog'ini yuqori sifatli elektr energiya bilan uzluksiz ta'minlab turishga mo'ljallangan. Tortuvchi podstansiyalardan boshqa turg'un ist'molchilar ham elektr energiya bilan ta'minlanadilar. Tortuvchi podstansiya TP kontakt tarmog'i orqali transport vositalariga bog'liq elektr tortish tizimlarining elektr ta'minotini amalga oshiruvchi podstansiyadir. Tortuvchi podstansiyalar, seksiyalangan kontakt tarmog'i va ularni bog'lovchi havo yoki kabel elektr uzatish yo'llari ichki elektr ta'minotini tashkil qiladi.

Podstansiyalar quyidagi sifatlari bilan bir-biridan farqlanadi.

TP transformatsiyalash usuli bilan:

- bir pog'onalik yuqori kuchlanishi 6 kV, 10 kV, 35 kV;
- ikki pog'onalik yuqori kuchlanishi 110 kV, 220 kV;

Podstansiyalarga ta'minlovchi tarmoq kuchlanishi bilan: 6 kV; 10 kV; 35 kV; 110 kV; 220 kV.

Boshqarish sxemasi bilan:

- masofadan boshqaruvli, ya'ni teleboshqaruvli;
- mikroprosessor boshqaruvli;
- teleboshqaruvsiz;

TPga xizmat ko'rsatish usuli bilan:

- navbatda turuvchi xizmatchisi yo'q;
- navbatchilikni binoda bajaradigan xizmatchili;
- muayyan navbatchi xizmatchiga ega.

TP tashqi energiya ta'minoti tizimiga ulanishlari bilan:

- tayanch;
- oraliq;
- shahobcha yoki ulama;
- chekka yoki berk;

TP elektr tortishga xizmat ko'rsatuvchi amaldagi elektr energiya tizimlari bilan:

- 27,5 kV yuqori kuchlanishli 50 Gs chastotali o'zgaruvchan tok tizimli;
- 2x27,5 kV yuqori kuchlanishli 50 Gs chastotali o'zgaruvchan tok tizimli;
- 3,2 kV yuqori kuchlanishli o'zgarmas tok tizimli;
- o'zgaruvchan tok va o'zgarmas tok to'qnashuvchi oraliq tizimiga ega tortuvchi.

TP tok o'zgartgich turlari bilan:

- o'zgaruvchan tokni o'zgarmas tokka aylantiruvchi to'g'rilagichli;
- to'g'rilagich ham inventori.

TP harakat turi bilan:

- turg'un;
- harakatlanuvchi.

Tayanch podstantsiya elektr energiyani tashqi elektr taqsimoti tarmog'idan soni ikki va undan ortiq bo'lgan 35 kV, 110 kV yoki 220 kV kuchlanishli havo elektr uzatish yo'llardan oladi hamda tranzit, shohobchalangan va tupiksimon podstantsiyalarning elektr ta'minoti tarmog'ini elektr energiya bilan ta'minlaydi. Tizim tashkil etuvchi tayanch podstantsiyalariga katta talablar qo'yiladi, chunki ular katta iste'molchilarga, tumanlarga elektr energiyani uzatib berganliklari uchun bu podstantsiyalardagi shikastlanishlar og'ir ahvollarga olib kelishi mumkin.

Tranzit-oraliq podstantsiya tayanch podstantsiyalar ichki elektr ta'minotining ikki tarmog'idan elektr energiyani olib, tarmoqlarning tayanch podstantsiyalari oraliq'ini energiya bilan ta'minlaydi.

Shaxobcha podstantsiya yopiq shaxobchalangan bo'lib, tayanch podstantsiyalar ichki elektr ta'minotining ikki tarmog'idan elektr energiyani olib, tarmoqlarning tranzit podstantsiyalari oraliq'ini energiya bilan ta'minlaydi.

Berk podstantsiya boshqa podstantsiyalar elektr ta'minotining ikki tarmog'idan elektr energiyani olib, tarmoqlarni mazkur podstantsiyagacha bo'lgan oraliq'ini energiya bilan ta'minlaydi.

Pasaytiruvchi podstantsiya elektr qurilmalarining elektr ta'minotiga va elektr iste'molchilarga mo'ljallanganidir. Ba'zi hollarda podstantsiyalar boshqa elektr ta'minoti qurilmalari bilan birlashtirilib uyg'unlashtiriladi: jumladan, tumman podstantsiyasi bilan yoki tarmoqlar bilan bog'lanadi. Bunday podstantsiya birlashgan podstantsiya deb ham yuritiladi.

Elektr energiyasini masofalarga uzatish to'g'risida tushunchalar. Elektr stansiyalarida qo'llanilgan generatorlarining turiga qarab $3 \div 24$ kV yuqori kuchlanishli elektr energiya ishlab chiqariladi. Bu kuchlanish kuch transformatorlari yordamida $35 \div 500$ kV yuqori kuchlanishga aylantiriladi havo elektr uzatish yo'llar orqali iste'molchilarga etkazib beriladi. Elektr uzatish yo'llaridan tok o'tganda, undagi bir faza isrofi quyidagicha aniqlanadi: $\Delta P_{lf} = I^2 \cdot R$ (1). Hisoblarda elektr uzatish yo'llarining isrof formulasining to'liq quvvat orqali tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'lib:

$$\Delta P_l = 3\Delta P_{lf} = \frac{S^2 \cdot 10^{-3}}{U^2} R_l \frac{S^2 \cdot 10^{-3}}{U^2} r_0 \cdot l \quad (2). \text{ Bir faza uchun isrof: } \Delta Q_{lf} = \frac{S^2}{3 \cdot U^2} X_l \cdot$$

$$\text{uch faza uchun: } \Delta Q_l = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} r_0 \cdot l \quad \text{va} \quad \Delta Q_l = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot x_0 \cdot l$$

Munosabatlardan ko‘rinib turibdiki, isrof **elektr uzatish yo‘llaridan** uzatiladigan quvvatga to‘g‘ri proporsional bo‘lib, kuchlanishning kvadratiga teskari proporsional. Demak, elektr energiyaning qancha uzoq masofaga uzatmoqchi bo‘lsak, kuchlanish shuncha katta bo‘lishi lozim, chunki tarmoqning kuchlanishi qancha yuqori bo‘lsa elektr energiya isrofi uni olis masofaga uzatish jarayonida shuncha kamayadi. Tarmoq kuchlanishini o‘zgartirish maqsadida transformatorlar qo‘llaniladi.

Transformator - elektr tarmoqning uskunalaridan biri bo‘lib, uch fazali o‘tkazuvchan tokni bir kuchlanishi uch fazali kuchlanishini o‘zgartiruvchi elektromagnitaviy apparatdir. Amaliyotda elektr energiyasini qancha uzoq masofaga uzatayotgan bo‘lsak, aktiv va reaktiv quvvat isrofi ma’lum me’yordan (6÷7%) oshmasligi uchun uning kuchlanishi shuncha yuqori bo‘lishi lozim. Demak, elektrostansiyadan elektr energiyasi, uch fazali tok ko‘rinishida ishlab chiqarilgandan keyin, uning bir qismi yaqin atrof, 10-15 km da joylashgan iste’molchilarga kuchlanishi U=6 yoki 10 kV EUY orqali yuboriladi. Uzoq masofaga yuborayotgan bo‘lsak, uning kuchlanishi transformator orqali, U=220 kV ga kuchaytiriladi. Bunday transformatorlarga kuchaytiruvchi transformatorlar

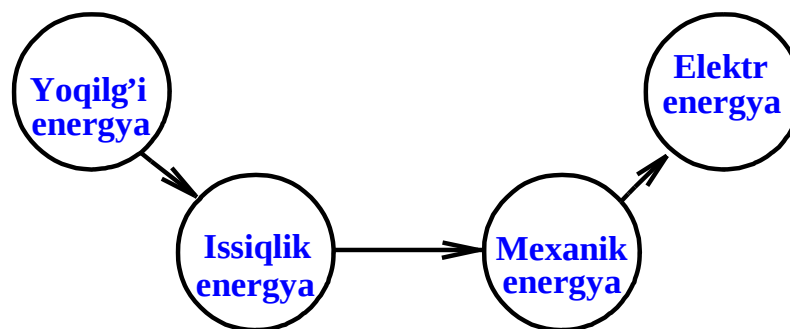
deyiladi va ularning transformatsiya koeffitsienti $k = \frac{U_2}{U_1} > 1$ bo‘ladi. Elektr energiyasi iste’molchi joylashgan hududga etkazilgandan so‘ng maxsus podstansiyadagi pasaytiruvchi transformatorlar yordamida uning kuchlanishi pasaytirilib havo elektr uzatish yo‘llari orqali iste’molchilarga uzatiladi.

12.Mavzu. Elektr stantsiyalarining ishlash prinsiplari

Qisqacha nazariy qism

Elektr stantsiyalarida biror turdagi (birlamchi) energiya elektr energiyasiga aylantiriladi. Birlamchi energiyani qanday usulda qayta hosil qilinishiga ko‘ra elektr stansiya nomlanadi. Masalan, Issiqlik elektr stansiyasida issiqlik (birlamchi) energiya elektr energiyasiga, gidravlik elektr stansiyasida suvning mexanik energiyasi elektr energiyasiga aylantiriladi. Zamonaviy energetika tizimi hozirgi vaqtda energetik mutaxassislardan elektr stantsiyalarning ishlash prinsipini mukammal o‘rgangan bo‘lishini talab etmoqda. Shu sababli hamki hozirgi vaqtda O‘zbekistonda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining 85% dan ortiq qismi yirik issiqlik elektr stantsiyalarida ishlab chiqarilishini e’tiborga olib, issiqlik elektr stantsiyalari va uning tarkibiy qismlarini ishlash prinsipi bilan tanishib o‘tamiz.

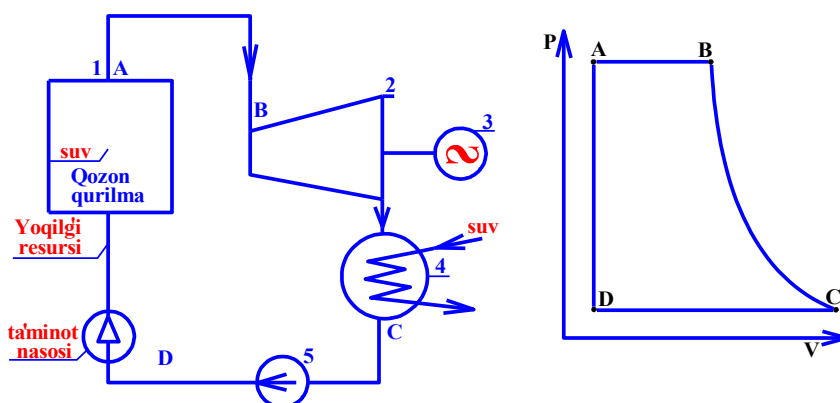
Issiqlik elektr stantsiyalarida (IES) organik yoqilg‘i energiyasi avval suv bug‘ining issiqlik energiyasiga, keyin esa turbina rotorining va elektrogenerator yakorining aylanishlari-mexanik energiyaga, undan so‘ng elektr energiyasiga aylantiriladi (12.1-rasm).



12.1-rasm. Issiqlik elektr stansiyalarda energiyani qayta hosil qilish sxemasi.

Zamonaviy bugʻ-kuch qurilmalarida harorati 500-565 °C va bosimi 13-24 MPa boʻlgan bugʻdan foydalaniladi. IES sikli yopiq sikl hisoblanadi, shuning uchun ishchi jismni, yaʼni suv bugʻini 30-40 °C gacha sovutish va suyuqlik koʻrinishiga keltirish uchun sovituvchi suvdan foydalaniladi. Bu jarayon quyidagi tarkibiy qismlardan iborat: bugʻ qozonida yuqori parametrlil bugʻ hosil qilinadi, u esa bugʻ turbinada kengayadi va kondensatorda sovutilib nasoslar yordamida va qizdirgichlar orqali kondensat bugʻ qozoniga bosim ostida yuboriladi.

XIX asrda shotland muhandisi U. Renkin tomonidan, suv bugʻi yordamida issiqlikni qayta hosil boʻlish termodinamik davri tavsiya etildi. IESning prinsipial texnologik shakli Renkin sikli boʻyicha ishlaydigan 1-bugʻ qozoni, 2-turbina, 3-elektr generatori, 4-kondensator va 5-deaerator-dan iborat. Stansiyaning asosiy qismlaridan biri-bugʻ qozonining ishini koʻrib chiqamiz. Bugʻ qozonining vazifasi bugʻ ishlab chiqarishdan iborat.



12.2-rasm. a) Renkin sikli boʻyicha ishlovchi issiqlik elektr stansiyasining texnologik sxemasi; b) Bugʻ bosimli qurilma uchun ideal boʻlgan Renkin sikli sxemasi;

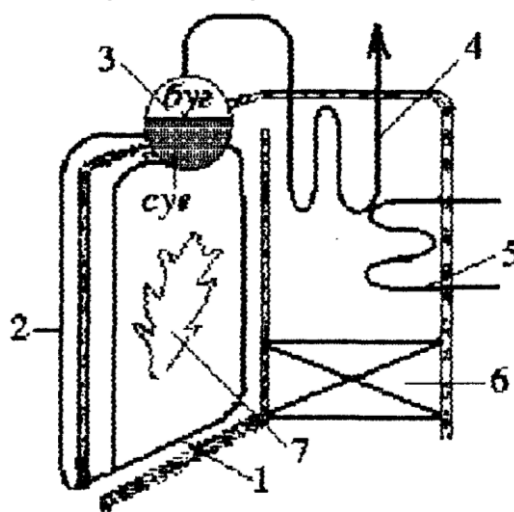
1-qozon qurilmasi; 2-turbina; 3-elektr generator; 4-kondensator; 5-deaerator. ABC-bugʻ; CD-kondensat; AB-bugʻ generatorning ishchi jismiga issiqlikning keltirilishi, BC-bugʻ energiyasini turbinaning mexanik energiyasiga aylanishi, CD-bugʻni kondensatorda sovutish, DA-kondensatni nasos yordamida bugʻ generatoriga uzatish.

Zamonaviy bug' qozonlari katta o'lchamli qurilmalardan tarkib topgan bo'lib, bug' qozonining o'txonasida changsimon holatga keltirilgan ko'mir, gaz yoki neft yoqiladi va 1500-2000°C haroratli chiqish gazlarini hosil qiladi. Yoqilg'ini to'laligicha yonishi uchun purkovchi ventilyator yordamida katta miqdordagi havo regenerativ havo qizdirgichlari yordamida qizdirib beriladi. Yoqilg'i yonish jarayonida hosil bo'lgan issiqlik, suvni bug' holatiga o'tkazib, uning parametrlarini kerakli harorat va bosimgacha oshirib beradi. Ishlatilgan issiq gazlar kul zarrachalaridan tozalanib tutun mo'risiga uzatiladi va atmosferaning yuqori qatlamlariga chiqarib yuboriladi. Bug' qozoniga uzatiladigan suv qattiqligini belgilovchi turli aralashmalardan tozalangan bo'lishi shart. Konstruktiv xususiyatlariga ko'ra bug' qozonlari barabanli va to'g'ri oqimli bo'ladi.

Barabanli bug' qozonlari. Barabanli bug' qozonlarining yuqorigi qismida 3-baraban o'rnatilgan bo'lib, uning pastki qismida suv va yuqorigi qismida bug' bo'ladi. 2-tushirish quvurlari orqali suv, 7-o'txona devorlarini tashkil etuvchi 1-ekran quvurlariga o'tadi. Ekran quvurlari katta bosimdagi suv va bug'ni o'zida saqlovchi 32 mm diametrli gaz zichlamali quvurlardan tayyorlangan. Bug' qozonlari cheklangan bug' ishlab chiqarish unumdorligiga ega bo'lib, ularning ish unumdorligi markalanishida va texnik pasportlarida o'z aksini topgan bo'ladi. Ulardagi o'rnatilgan quvurlarning umumiy uzunligi 50 km gacha etadi.

Bug' qozonlarini samaradorligini oshirish uchun suv barabanga berilishdan oldin 5-ekonomayzerda, o'txonaga berilayotgan havo esa 6-havo qizdirgichda isitiladi.

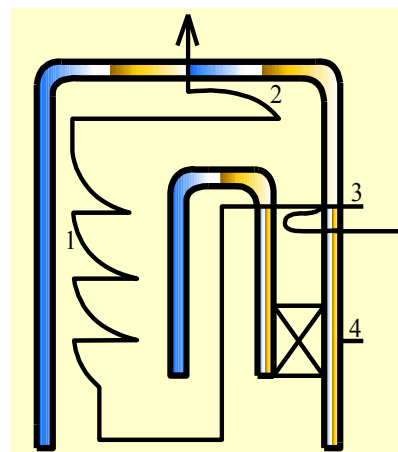
Barabanli qozonlarda suv va bug'-suv aralashmasi zichliklar farqi hisobiga tabiiy sirkulyasiyani hosil qiladi. Suv va bug'ni harorati va bosimi ortishi bilan zichliklari farqi kamayadi va barabanda bug'ning ajralishi sodir bo'ladi.



12.3 rasm. Barabanli bug' qozonining ishlash sxemasi.

To'g'ri oqimli bug' qozonlari. To'g'ri oqimi bug' qozonlarida baraban o'rnatilmagan bo'lib, suv va bug'ning aylanishi nasoslar orqali amalga oshiriladi. 3-suv isitgich orqali, 1-quvurlarga o'tadi va bug'ga aylanadi. Keyin 2-bug'qizdirgichga uzatiladi, so'ngra turbinaga beriladi. 4-havo qizdirgichda havo qizdiriladi va o'txonaga beriladi. To'g'ri oqimli bug' qozonlari sifatli suv ta'minotini rostdashni taqozo etadi. Bundan tashqari, bu turdagi bug' qozonlarida ishlatiladigan iste'mol suvining kimyoviy tozaligiga juda yuqori talablar qo'yiladi.

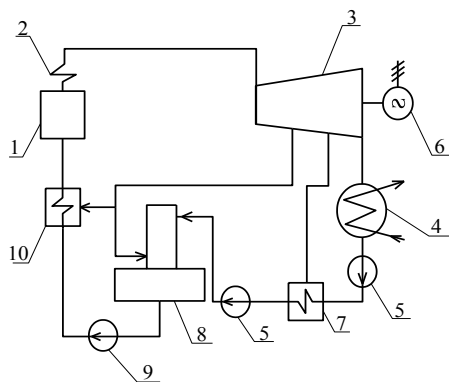
To'g'ri oqimli bug' qozonlari ko'p tarqalgan, chunki ular barabanli bug' qozonlaridan arzon. Barabanli qozonlarda, katta bosimlarda (20 MPa dan yuqori) tabiiy suv bug'ining aylanishi buziladi. Bug' qozonga kerakli miqdorda yoqilg'i va havo, shuningdek iste'mol suvi uzatiladi. YOqilg'ini yonishi natija-sida ajralib chiqqan issiqlik hisobiga iste'mol suvidan bug' hosil qilinadi va bu bug' maxsus quvur orqali bug' turbinasiga uzatiladi.



12.4-rasm. To'g'ri oqimli bug' qozonining ishlash sxemasi.

Bug' va gaz turbinali qurilma. Bug' yoki gaz turbinasi bu-bug' yoki gazning potensial energiyasini kinetik energiyaga aylantiruvchi va o'z navbatida turbina valining aylanishi natijasida ushbu kinetik energiyani mexanik energiyaga aylantiruvchi kuch dvigatelidir. Turbina vallari bevosita yoki tishli uzatma yordamida ishchi mashinasiga ulanadi. Ishchi mashinaning xususiyatlariga bog'liq ravishda bug' yoki gaz turbinalari sanoatning turli-tuman sohalarida qo'llanishi mumkin: energetikada, transportda, dengiz texnikasida, aviatsiyada va h. k. Bug' va gaz turbinalaridan kuch dvigateli sifatida sanoat va energetikada boshqa energetik qurilmalarning saylanmasi sifatida ham foydalanilishi mumkin.

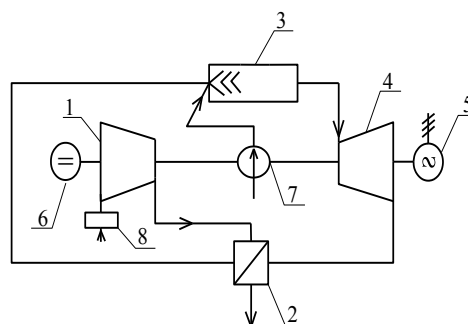
Bug' va gaz turbina qurilmalari sxemalari. Quyida 12.5 va 12.6 rasmlarda bug' va gaz turbina qurilmalarining sxematik tasvirlari keltirilgan.



12.5-rasm. Bug' turbina qurilmasining prinsipial sxemasi.

Bug' turbina qurilmasi tarkibi:

- 1-bug' generatori;
- 2-bug' o'ta qizdirgichi;
- 3-bug' turbinasi;
- 4-kondensator;



12.6-rasm. Gaz turbina qurilmasining prinsipial sxemasi.

Gaz turbinali qurilmasi tarkibi:

- 1- havo kompressori;
- 2-regenerator;
- 3- yonish kamerasi;

5-kondensat nasosi;
6-elektrogenerator;
7-past bosimli qizdirgich va
yuqori bosimli qizdirgich;
8-deaerator;
9-ta'minot nasosi.

4-gaz turbinasi;
5-elektrogenerator;
6-ishga tushiruvchi elektrodvigatel;
7-yoqilg'i nasosi;
8-havoni tozalash filtri.

Bug' turbina qurilmasi elementlari quyidagi vazifalarni bajaradi:

1. Bug' generatori-ma'lum bosimga ega ta'minot suvini quruq to'yingan bug'ga aylantiradi;
2. Bug' qizdirgich-bug'ning haroratini kerakli parametrlargacha oshiradi;
3. Bug' turbinasi-unga kirish joyida bug'ning potensial energiyasi kinetik energiyaga aylanadi va bu kinetik energiya o'z navbatida valning mexanik energiyasiga aylanadi.
4. Kondensator-turbinada ishlatilgan bug'ni kodensatsiyalaydi (suyuqlantiradi).
5. Kondensat nasosi-tizimda kondensat harakatini ta'minlovchi;
6. Regenerativ qizdirgichlar-turbina otboridan olingan bug' yordamida ishchi jism (kondensat va ta'minot suvi)ni qizdiradi;
7. Deaerator-ta'minot suvi tarkibidan kislorod va kislorodli gazlarni siqib chiqaradi;
8. Ta'minot nasosi-olddan ulanadigan nasos agregati bilan birgalikda tizimda bosim hosil qiladi va ta'minot suvini bug' generatoriga haydab beradi;
9. Elektrogenerator-elektr energiyasi ishlab chiqarish qurilmasi.

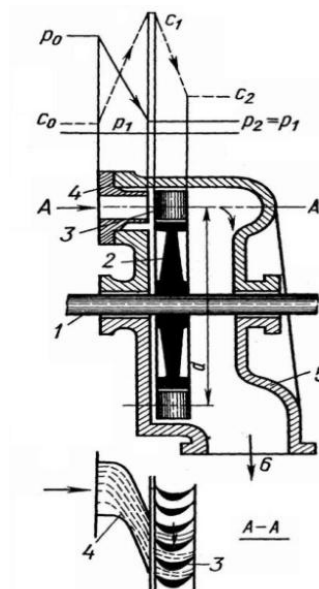
Gaz turbina qurilmasi elementlari quyidagi vazifalarni bajaradi:

1. Havo kompressori-atmosfera havosini kerakli bosimgacha siqib beruvchi;
2. Regenerator-kompressordan chiqayotgan havo turbinadan chiqish gazlarining issiqligi hisobiga qizdiriladi;
3. Yonish kamerasi-yokilgining yonishi yuz beradigan joy;
4. Gaz turbinasi-siqilgan havo yoki yonish natijasida hosil bo'lgan katta bosim va haroratli gazlar yordamida ishlaydi;
5. Elektrogenerator-elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi qurilma;
6. Ishga tushiruvchi elektrodvigatel-kompressor valini aylantiradi;
7. Yoqilg'i nasosi-aksariyat hollarda suyuq yoqilg'idan foydalanilganda yonilg'ini yonish kamerasiga purkab beradi;
8. Havoni tozalovchi filtrlar-kompressorga so'rilayotgan havoni har xil aralash jinslardan tozalaydi.

Bug' yoki gazning potensial energiyasini turbina valining mexanik energiyasiga aylanishi turli ko'rinishda bo'lishi mumkin. Masalan: ishchi jismning potensial energiyasini kinetik energiyaga aylanishidagi oqim yo'lga qarab turbinalarni aktiv va reaktiv turlarga bo'lish mumkin.

Bug' turbinasi haqida umumiy tushunchalar. Aktiv turdagi bir pog'onali bug' turbinasi quyidagi asosiy qismlardan tashkil topgan. Soplo 4, val 1 va disk 2 hamda ishchi kuragi 3 kabilar. Val disk bilan birgalikda turbinaning muhim qismini tashkil etib rotor nomini oladi. Rotor turbinaning korpusiga qamalgan val bug'inlari tutkich podshipniklariga maxkamlanadi. Bug'ning boshlang'ich parametrlaridan oxirgi parametrlarigacha kengayishi aylanuvchi disk ishchi kuraklari oldida o'rnatilgan bitta soplo yoki soplolar guruhida yuz beradi. Soplo kanalida bug' bosimining pasayishida uning entalpiyasini kamayishi kuzatiladi. Soplodan - bug' oqimining kinetik energiyasi olinadigan (kengayish) issiqlik tushishi yuz beradi. Soplodan kengayish jarayonida bug'ning tezligi soplo oldidagi 0 boshlang'ich tezlikdan soplodan keyingi 1 tezlikkacha ortadi. Ishchi kuraklari kanallarida absolyut tezlikning 1 dan 2 kattalikkacha pasayishi kuzatiladi, ya'ni bug'ning kinetik energiyasi pasayadi.

Bug' oqimining ishchi kuraklardagi harakati davomida olinadigan kinetik energiyasini bir qismi turbina rotor valining mexanik energiyasiga aylanadi. Turbinada, qaysiki butun kengayish jarayoni davomida bug'ning tezlanish olishi faqat qo'zg'almas kanallarda (soplodan) yuz bersa, ishchi kuraklarida esa bug' oqimining boshqa kengayishlarsiz faqat kinetik energiyaning mexanik ishga aylanishi yuz bersa, bunday turbina aktiv deb ataladi. Turbinasozlik sanoatining dunyo miqyosida tarixiy rivojlanish jarayoniga nazar tashlaydigan bo'lsak, quyidagilarni o'rganishimiz mumkin. Bir pog'onali aktiv bug' turbinasining quvvati, aylanma tezligi 350 m/s ga teng bo'lsada, 500-800 kVt dan oshmaydi. Mayda bir pog'onali aktiv turbinalar katta aylanishlar soniga teng qilib qurilgan.



12.7-rasm. Bir pog'onali aktiv turdagi bug' turbinasi ko'rinishi.

1-val; 2-ishchi disk; 3-ishchi kurak;

4-soplo (yo'naltiruvchi) kuragi;

5-tezlik so'ndirgichi;

6-chiqish patrulkasi.

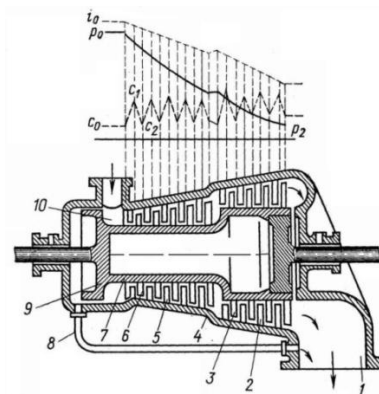
Shved muhandisi Gustav Lavalning birinchi bug' turbinasi 30000 ayl/min da ishlagan va aylanish momentini iste'molchiga uzatish uchun reduktor bilan ta'minlangan edi. Agregatning kichik quvvati bunday turbinalarning iqtisodiy jihatdan kichik ko'rsatkichga ega ekanligini bildiradi. Reduktor qurilmasining

kamchiliklari bug' turbinasining (bir pog'onali aktiv) foydalanilish sohalarini cheklaydi.

Reaktiv turbina qurilmasi boshqacha prinsipda ishlaydi. O'tkir toza bug' reaktiv turbinaning ishchi kuraklariga kamera orqali kiradi. Qo'zg'almas korpusga va aylanuvchi barabanning tashqi tomoniga ishchi va bug'ni o'tkazuvchi kanallardan tashkil topgan aylanuvchi yo'naltiruvchi kuraklar mahkamlangan. Bug' kameradan kuraklararo kanaldan o'tib chiqish patrubkasiga kiradi. Kameradan patrubkagacha bo'lgan yo'l davomida bug' boshlang'ich bosim p_0 dan oxirgi bosim p_2 gacha bosqichma-bosqich kengayadi. Bug'ning kengayishida entalpiyaning pasayishi barcha qo'zg'almas va qo'zg'aluvchi kuraklar kanallarida yuz beradi. Bug' dastlab birinchi kameradan birinchi qator yo'naltiruvchi kuragiga o'tadi.

Qo'zg'almas yo'naltiruvchi kuraklar qatoridan aylanuvchi barabanga mahkamlangan birinchi qator ishchi kuraklarga, undan chiqqan bug' esa ikkinchi qator qo'zg'almas yo'naltiruvchi kuraklar kanallaridan o'tadi. Ushbu turbina kengayish jarayoni qo'zg'almas va qo'zg'aluvchi kuraklar kanalida yuz beradi. Bug' kengayishining bir tarzda yuz beradigan va shu sababli issiqlik tushishi jarayoni pog'onalar orasida teng taqsimlanadigan turbinalar reaktiv deb ataladi.

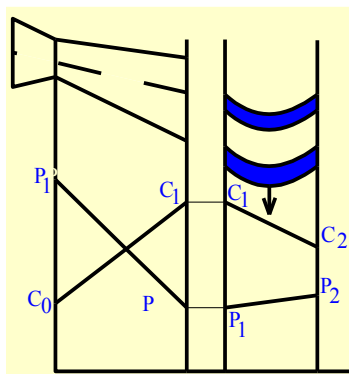
Bug' qozonida ishlab chiqarilgan yuqori parametrlig bug' turbina soplosiga uzatiladi. Soplo bug'ning ichki energiyasini molekulalar tartibli harakati kinetik energiyasiga aylantirib berish uchun mo'ljallangan. Agarda bug' soploga kirishdan avval ma'lum tezlik va boshlang'ich bosimga ega bo'lsa, soploda bug' kengayishi natijasida uning tezligi s_1 qiymatgacha ortadi, bosimi esa p_1 gacha va bug'ning harorati ham pasayadi. Bug' soplodan chiqib turbinaning ishchi kuraklariga uzatiladi. Agarda turbina aktiv bo'lsa, u holda ishchi kurakchalarda bug' kengayishi sodir bo'lmaydi va o'z navbatida bug' bosimi ham o'zgarmaydi.



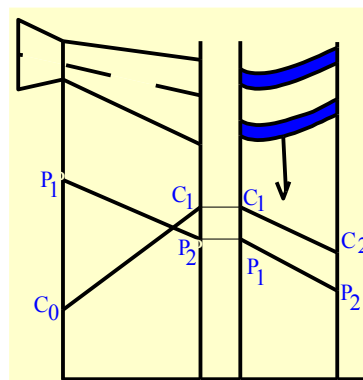
12.8-rasm. Kichik quvvatli reaktiv turbina sxemasi.

- 1-chiqish quvuri;
- 2-ikkinchi qator yo'naltiruvchi kurakchalar;
- 3-ikkinchi qator ishchi kurakchalari;
- 4-korpus;
- 5-birinchi qator yo'naltiruvchi kurakchalar;
- 6-birinchi qator ishchi kurakchalar;
- 7-rotor; 8-bug' quvuri; 9-porshen;
- 10-bug' kirish halqasimon kamerasi.

Bug'ning mutloq harakat tezligi S_1 qiymatidan S_2 qiymatiga turbinani aylantirish tezligi V hisobiga o'zgaradi. Turbina odatda konstruktiv jihatdan bir necha pog'onali bo'ladi, ularning har biri soplo kurakchalari va ishchi kurakchalardan iborat bo'ladi. Soplo va ishchi kurakchalar bir xil radiusli aylanalariga mahkamlangan bo'ladi. Reaktiv turbinada bug' kengayishi ishchi kurakcha kanalida sodir bo'ladi. Ishchi kurakchalar kanalida bug' kengayish ko'rsatkichlariga qarab reaktivlik darajasi ko'rsatiladi. Hozirgi davrda turbinalar ko'p pog'onali qilib yasaladi, bir turbinaning o'zida ham reaktiv, ham aktiv turbina jam qilinishi mumkin. Turbina soplolarida bug' qisman R_1^l bosimgacha kengayadi. Bug' bosimini R_2 gacha kengayishi kurakchalar kanali oralig'ida sodir bo'ladi. Bug'ning absolyut tezligi soploda S_1^l qiymatgacha ortadi, kurakchalar kanali oralig'ida ularning aylanishi hisobiga S_2^l qiymatgacha kamayadi.

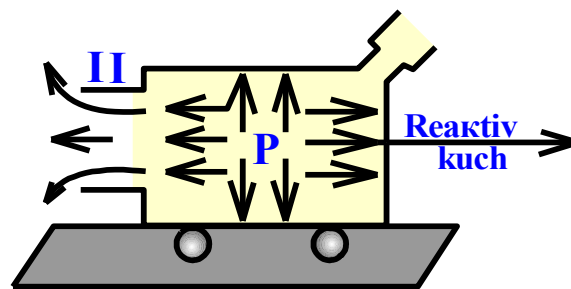
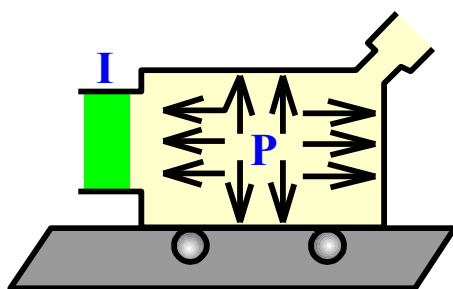


12.9-rasm. Aktiv turbinaning ishlash sxemasi.



12.10-rasm. Reaktiv turbinaning ishlash sxemasi.

Reaktiv turbinalarda markazdan qochma kuchlardan tashqari kurakchalarga bug' kengayishi hisobiga reaktiv kuchlar ham ta'sir etadi. Reaktiv kuchlarni quyidagi misolda ko'rishimiz mumkin. Aravachada joylashgan bo'sh idishga bosim ostida bug' keltirilgan, 1 holatda bug' idish devorlariga teng ta'sir etadi. Agarda tirqichni ochsak, idish muvozanati tezda buziladi. O'ng devorga o'zgaras kuch ta'sir etgan holda, chap devorga ta'sir etuvchi kuch kamayadi, chunki atrof muhitdagi bosim idishdagi bosimdan kichik. Bug' idishdan tashqariga harakat qiladi, aravacha esa reaktiv kuch ta'sirida o'ngga harakat qila boshlaydi (2-holat).



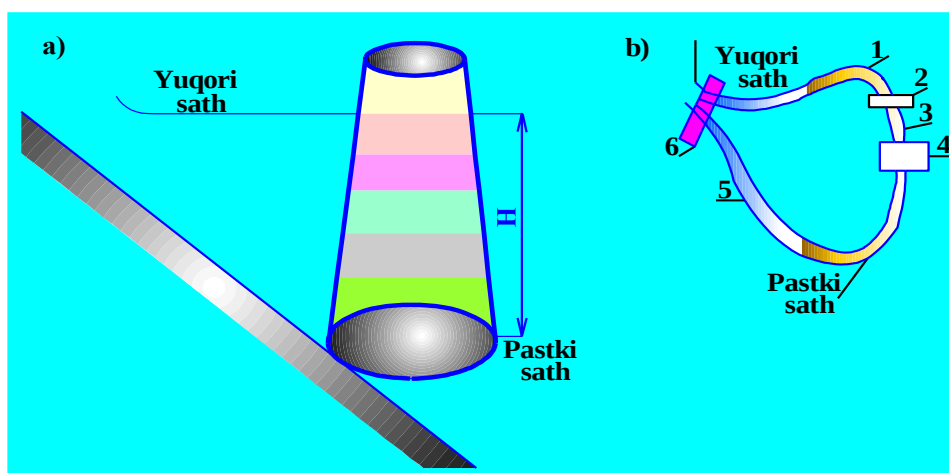
12.11-rasm. Reaktiv kuchni hosil bo'lishini tushuntiruvchi tajriba qurilmasining sxemasi.

Kondensatorlar. Turbinadan chiqayotgan bug'ni sovitish va kondensatlash uchun kondensator deb ataladigan qurilmaga yuboriladi. Kondensator ichida ko'p sonli latun quvurlari mavjud. Quvurlarni ichki qismiga 10-15 °C haroratda sovuq suv kiradi va undan 20-25 °C haroratda chiqadi. Bug' quvurlarini yuqoridan pastgi tomonga oqib o'tib kondensatlanadi va chiqarilib yuboriladi. Kondensatorida bug' sovutish uchun, bosim 3-4 kPa atrofida ushlab turiladi. Sovutish suvining 1 kg bug' uchun sarfi 50-100 kg atrofida bo'ladi. 1 GVt quvvatga ega bo'lgan elektr stansiada 40 m²/s sovutish suvi kerak bo'ladi. Agarda kondensatorga beriladigan sovutish suvini daryodan to'g'ridan-to'g'ri olib berilsa, u holda suv ta'minotini to'g'ri oqimli deb ataladi. Daryo suvi etmagan hollarda ko'l suvidan foydalaniladi. Ko'lining bir tomonidan suv olinib, kondensatorida isitilgan suvni boshqa tomonga tashlab yuboriladi. YOpiq tizimli suv ta'minotida, kondensatorida isitilgan suvni, sovutish uchun, 50 m balandlikka ega bo'lgan gradirnya qurilmalari quriladi. Suv yuqoridan tomchi ko'rinishda pastga oqib sovutiladi va hovuzda to'planib kondensatorga yuboriladi.

Gidravlik elektr stansiyalar (GES). GESning quvvati, turbina orqali suvni sarfi Q va uning (napor) N balandligiga bog'liq. Aktiv quvvat ifodasi bo'yicha umumiy quvvat (kVt)da aniqlanadi, bunda Q -suvning sarfi, m/s; N -napor, η -foydali ish ko'effitsientining yig'indisi. GES katta bo'lmagan N balandlikdan, lekin mavjud Q suv sarfida, qirg'oq va to'g'on bilan birgalikda qoidaga asosan, tog'li sharoitda (napor) baland qiyalikka ega bo'lgan joyda quriladi. GESlar ancha murakkab sxemaga ega bo'lib, muxim omillari asosan quyidagilar:

- gidravlik resurslar va qurilish sharoiti mavjud bo'lgan joyda quriladi;
- ishlab chiqarilgan elektr energiyasini katta qismini energetika sistema tarmoqlariga beradi;
- erkin grafik bo'yicha undan tashqari yuklama grafiklarini baland (pik) qismini qoplash uchun manba sifatida ishlaydi;
- yuqori ($\eta = 85\div 90\%$) foydali ish ko'effitsientiga ega;
- xizmat ko'rsatish sarfi elektr energiyasining umumiy narxiga nisbatan arzon, IESga nisbatan bir necha barobar kamdir.

GES suv energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beradi. Ma'lum bir tabaqa orqali oqayotgan suv oqimining quvvati Q suv sarifi, to'g'on suv havzasining yuqori oqim balandligi va past oqim balandliklari orqali ifodalanadi. Yuqori va past havzalar darajalarning farqi tayziq deb ataladi. Oqimning tabaqadagi quvvatini (kVt) sarf (m³/s) va tayziq (m) orqali hisoblashimiz mumkin: $P = 9.81 \cdot QH$. Tayziq N tekislidagi daryolarda to'g'on orqali amalga oshiriladigan, tog'li joylarda aylanma o'zanlardan foydalaniladi (12.12-rasm), ular og'dirgich deb nomlanadi.



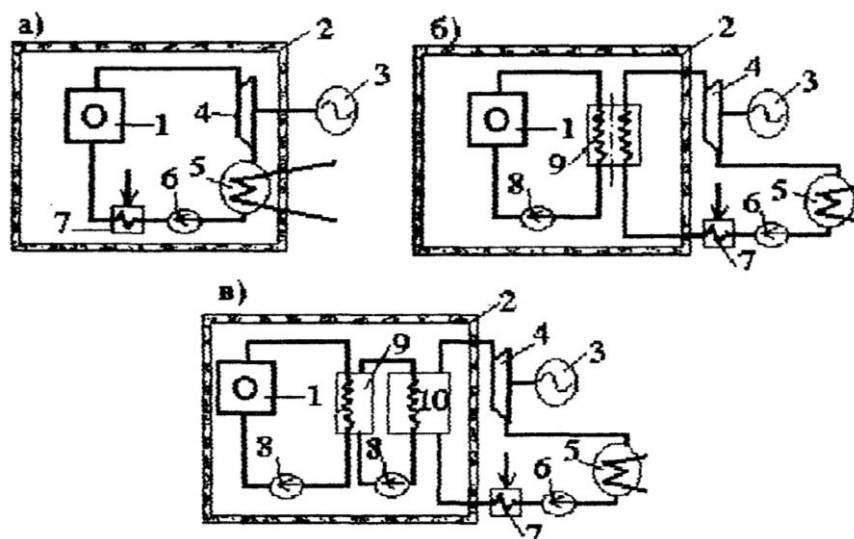
12.12-rasm. Tayziq hosil qilish sxemasi:

a) to'g'on yordamida; b) aylanma o'zan yordamida; 1-kanal; 2-tayziq havzasi; 3-turbina suv og'dirgichi; 4-GES binosi; 5-daryo o'zani; 6-to'g'on.

Gidroakkumulyasiya elektr stansiyasi. Gidroakkumulyasiya elektr stansiyasi (GAES) zamonaviy energetika tizimida muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday stansiyalar, kamida ikkita xavza (baland va pastki) o'zaro balandlikdan oqishi bilan bog'lanadi. GAES binosida qarama qarshi tomonli gidroagregatlar o'rnatiladi. GAES generatorlari energotizim yuklamalarning minimum vaqtida, dvigatel holatiga o'tkaziladi, turbinalar esa nasoslar holatida ishlaydi.

Quyi havzadan, yuqori havzaga (truboprovod) truba quvurlari orqali gidroagregatlar suvni haydaydi. Gidroagregatlar tarmoqdan elektr energiya iste'mol qiladi. Maksimal yuklama davrida energotizimda quvvatlar etishmovchiliklari hosil bo'ladi, unda GAES elektr energiya ishlab chiqaradi. Yuqori havzadan suvni kelishi natijasida turbinalar generatorlarni aylantiradi va elektr tarmog'ini elektr energiyasi bilan ta'minlaydi.

Atom elektr stansiyalari (AES). AESda energiya, uran yadrosining parchalanishi natijasida hosil bo'lgan energiyadan issiq bug' yoki gaz olinib undan elektr energiyasi hosil qilinadi. Uran yadrosining parchalanishi uni neytronlar bilan bombardimon qilish hisobiga sodir bo'ladi, buning natijasida yadro parchalari-neytronlar va boshqa parchalanish mahsulotlari hosil bo'ladi. Yadro bo'linishi natijasida hosil bo'lgan energiya to'liq issiqlikka aylantiriladi. AESda esa boshqariladigan yadro bo'linish reaksiyasidan olingan issiqlikdan foydalaniladi. Ishchi kanallarning aktiv doira qismida metal qobiq bilan germetik ravishda uran yoki plutoniy o'zak ko'rinishda yadro yoqilg'isi joylanadi. Bu o'zaklarda katta issiqlik ajralishi bilan kechadigan yadro reaksiyasi sodir bo'ladi. Shuning uchun yadro yoqilg'ili o'zaklarni issiqlik chiqaruvchi element yoki qisqacha *tvellar* (teplovshelyayushiy element) deb nomlanadi. Aktiv doiradagi tvellar soni bir necha mingtaga etadi.



12.13-rasm. AESning sxemasi: a) bir konturli; b) ikki konturli; v) uch konturli;

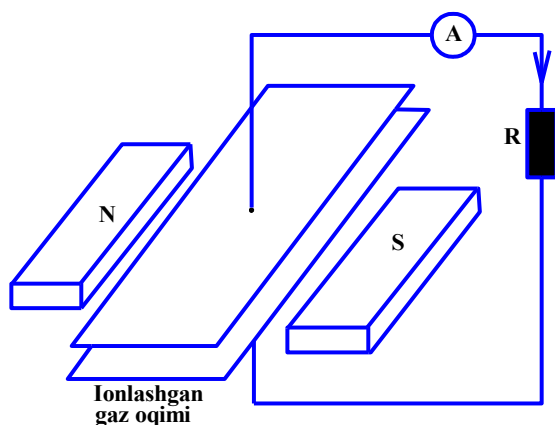
1-birlamchi biologik himoya bilan himoyalangan reaktor; 2-ikkilamchi biologik himoya; 3-turbina; 4-elektr generator; 5-kondentsator yoki gaz sovitgich; 6-nasos yoki kompressor; 7-regenerativ issiqlik almashgich; 8-sirkulyasiya nasosi; 9-bug‘ qozoni; 10-oraliq almashgich.

Aktiv doiraga neytronlarni sekinlashtiruvchi, issiqlik tashish uchun xizmat qiluvchi modda, joylashtiriladi. Issiqlik tashuvchi modda sifatida oddiy suv, og‘ir suv, suv bug‘i, suyuq metallar va inert gazlardan foydalaniladi. Issiqlik tashuvchi majburiy sirkulyasiya yordamida ishchi kanaldagi tvel yuzalarini yuvib qiziydi va issiqlikni foydalanish uchun olib ketadi.

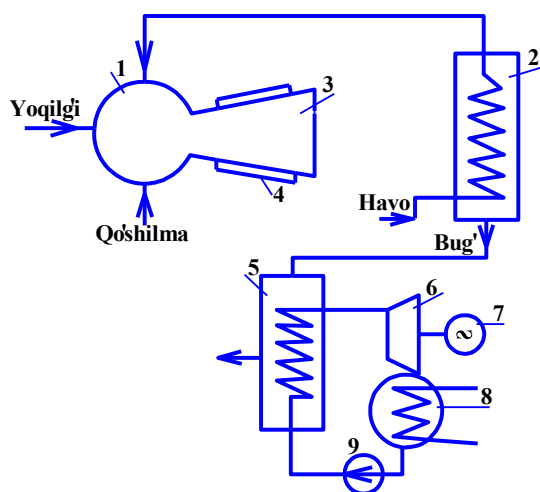
Energetik reaktorning quvvati, aktiv zonadan issiqlikni tez olish imkoniyatlari bilan belgilanadi. Tvel yadro reaksiyasidan chiqayotgan issiqlikning asosiy qismi yadro yoqilg‘ini isitish uchun, kichik qismi esa, sekinlashtiruvchini isitish uchun sarf bo‘ladi. Issiqlik tashib ketish konvektiv issiqlik almashinish usuli bilan o‘tayotganligi sababli, uning jadalligini oshirish uchun issiqlik tashuvchining tezligini oshirish kerak. Aktiv zonadagi suv harakati tezligi taxminan 3-7 m/s, gaz tezliklari 30-80 m/s atrofida bo‘ladi. Reaktordagi issiqlik turbina ishchi jismiga bir konturli, ikki konturli va uch konturli sxema bo‘yicha berilishi mumkin.

Tizimning ko‘p konturligi ishchi xodimlarga qulayligi va ularning radiasion xafvsizligini ta‘minlaydi. Birinchi kontur radioaktiv va shuning uchun to‘liq biologik himoyaning ichida joylashtiriladi. Ikkinchi konturda ishchi jism suv va bug‘ hech qaysi joyda birinchi konturning radioaktiv issiqlik tashuvchisi bilan tutashmaydi, shuning uchun u bilan oddiy IESlardagi kabi muomila qilish mumkin.

Magnitogidrodinamik elektr stansiyalari (MGD). Energetikaning fizika texnika masalalaridan biri, issiqlik energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantirib beruvchi magnitogidrodinamik generator (MGD-generator) yaratishdir.



12.14-rasm. MGD-generatorning ishlash sxemasi.



12.15-rasm. Bug' qozonli MGD-generatorning prinsipial sxemasi; 1-yonish kamerasi; 2-issiqlik almashgich; 3-MGD-generator; 4-elektromagnit o'rami; 5-bug' qozoni; 6-turbina; 7-generator; 8-kondensator; 9-nasos.

Yuqori haroratlarda qizdirilgan ionlashgan gazning magnit maydoni orqali harakatlanishi natijasida hosil bo'ladigan elektr energiyasi magnitogidrodinamik generator usulida energiya hosil qilish deb ataladi. Bu usul, asosan magnit maydon bilan ishchi jismning o'zaro ta'siriga asoslangan bo'lib, elektr yurituvchi kuch qizdirilgan gaz elektron va ionlarining magnit maydonida harakatlanishi natijasida hosil bo'ladi. Hozirgi vaqtda dunyoning rivojlangan davlatlaridan AQSH, Rossiya davlatlarida MGD usulda energiya hosil qiluvchi stansiyalar ilmiy tekshirishlardan o'tkazilib, ishlatilayotgan 50-200 MVt quvvatli qurilmalarning foydali ish koeffitsienti 52-55% ni tashkil etmoqda.

Zamonaviy elektr energetikasi uchun M.Faradeyning elektromagnit induksiya qonuni kashf etilishi katta ahamiyatga ega bo'ldi. Bu qonunga muvofiq magnit maydonda harakatlanayotgan o'tkazgichda induksiyalangan elektr yurituvchi kuch hosil bo'ladi.

12.14-rasmda kuchli magnit maydonda joylashtirilgan, metal plastinkalar orasidan, zarrachalari yo'naltirilgan harakatdagi kinetik energiyasiga ega bo'lgan ionlangan gaz oqimi o'tkazilishi tasvirlangan. Elektromagnit induksiya qonuniga muvofiq, generator kanali ichida va tashqi zanjir elektrodleri orasida elektr toki hosil qiluvchi EYuK hosil bo'ladi. Ionlashgan gazlar-plazmalar elektrodinamik kuchlar ostida tormozlanadi. Hosil bo'layotgan energiya, mana shu tormozlovchi kuchlarni engib o'tishda bajarilayotgan ish hisobiga sodir etiladi. Agarda biror bir gaz yuqori haroratlargacha ($\approx 3000^{\circ}\text{C}$) qizdirilsa, ya'ni uning ichki energiyasi

oshiriladi va elektr o'tkazuvchi moddaga aylantiriladi. MGD-generator ichki kanallarida gaz kengaytirilsa, u holda issiqlik energiyasini to'g'ridan to'g'ri elektr energiyasiga aylanish hodisasi kuzatiladi. Yonish kamerasida yoqilg'i yoqiladi, bu erda hosil bo'lgan yonish mahsulotlari plazma holatida qo'shilmalar qo'shilib, MGD-generatorni kengayuvchi kanaliga yuboriladi.

Kuchli magnit maydon quvvatli elektromagnitlar yordamida hosil qilinadi. Generator kanalidagi gazlarning harorati 2000°C dan kam bo'lishi mumkin emasligi sababli, gazlarning bu haroratidan kam bo'lgan holda ularning elektr o'tkazuvchanlik xususiyati yo'qoladi va magnit maydon bilan magnitogidrodinamik bog'liqlik yo'qoladi.

MGD-generatorda ishlatilgan gazlar yonish kamerasiga uzatilayotgan havoni qizdirish uchun va so'ngra issiqlik almashgichda bug' olish uchun ishlatiladi. MGD-generatoridan chiqayotgan gazlar harorati 2000°C , zamonaviy issiqlik almashgichlar esa 800°C haroratgacha ishlash imkoniyatini beradi.

MGD-generatorining bug' qozoni bilan ishlatiladigan prinsipial sxemasi 12.15-rasmda keltirilgan. MGD-generatorlarni yaratishda issiqlikka bardosh beradigan materiallarni olish asosiy muammolardan biri. Qo'lga kiritilgan yutuqlarga qaramasdan MGD-generatorlar uchun ishlatiladigan material olish hozirgacha hal etilgani yo'q.

Shamol elektr stansiyalari. Shamol yer yuzida havoning notekis qizishidan issiq havo qatlamining yuqoriga ko'tarilishi, sovuq qatlamning pastga tushishi natijasida hosil bo'ladi. Keyingi 10 yillarda jahonda shamol generatorlari asosida qurilgan shamol elektr stansiyalari juda tez rivojlandi. Shamol elektr stansiyalarining dunyo miqyosida o'rtacha yillik quvvati 32% dan ortdi. Shamol elektr stansiyalarini loyihalashtirishda ushbu regionda shamolning barcha parametrlari e'tiborga olinadi va shamol parametrlarini har bir region uchun aniqlashda hamda undan samarali foydalanishda shamol energetik kadastri ishlab chiqiladi. Shamol elektr stansiyalarining asosiy xarakteristikalariga quyidagilar kiradi:

- shamolning o'rtacha yillik tezligi va uning sutkali darajasi;
- tezlik qaytalanuvchanligi, uning turi va parametrlari;
- shamolning maksimal tezligi;
- shamol davrining taqsimlanishi va energetik tinch davr davomiyligi;
- shamolning solishtirma quvvati va energiyasi;
- region shamol energetik resurslari.

Shamol resurslari iqlim malumotlarini o'rtacha shamol tezligi kattaliklarining statik tahlili asosida olinadi va ularda standart anemometr bilanligi keltiriladi (yer sathidan metr hisobida).

Shamol notekisligini har bir oy uchun aniqlashda mahalliy tasirlarni g'adir-budurlik, do'nglik-pastlik, uning ochiqligi, dengiz sathidan balandligi va boshqalar hisobga olinib, shamol kuchi hamda yo'nalishiga ta'siri o'rganiladi.

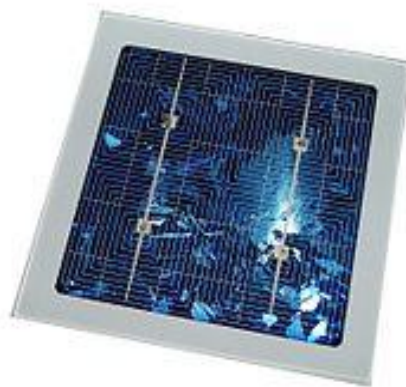
Shamol energiyasining doimiy emasligi, joylarda turlicha darajada kuzatilishi, real ravishda uning potensialini aniqlashda maxsus ishlarni bajarish, joy tanlash va shamol elektr stansiyasini o'rnatish kabi masalalar hal etiladi.

Quyosh elektr stansiyalari va ularni tashkil etuvchi qurilmalari. Quyoshdan tarqalayotgan yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirishda yer yuzida ishlatib kelinayotgan hamda kosmik kemalarda qo'llanilayotgan yarimo'tkazgichli quyosh batariyalari eng ishonchli, tekshirilgan va samarali hisoblanadi. Yarim o'tkazgichli quyosh batariyalari fotoelektrik effekt hodisasiga asosan ishlaydi. Quyosh batariyalarining asosini yarimo'tkazgichli fotoelementlar tashkil etadi.

Fotoelementlar quyosh nuri energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi qurilma bo'lib, 12.16 va 12.17-rasmlarda turli xil materiallar qotishmasi asosida va polikristall kremniy asosida tayyorlangan fotoelementlarning umumiy ko'rinishlari tasvirlangan. Fotoelementlarni tavsiflovchi asosiy kattaliklar uning geometrik o'lchamiga, ichki tuzilishiga va materialining turiga bog'liq. Elektronika ishlab chiqarish sanoatida hozirgi vaqtda quyosh batareyalari keng qo'llanilishi amalga oshirilmoqda.



12.16-rasm. Surma-seziy asosida tayyorlangan fotoelement.



12.17-rasm. Polikristall kremniy asosida tayyorlangan fotoelement.

Quyosh batareyasi-o'zaro birlashtirilgan bir nechta fotoelementlar to'plamidan iborat elektron qurilma. Elektr texnika sohasida yorug'lik energiyasini to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilma sifatida ishlatiladi. Sanoatda quyosh batareyasidan foydalanishning ayrim uslublari 12.18 va 12.19-rasmlarda tasvirlangan.



12.18-rasm. Quyosh batareyasi joylashtirilgan daraxt shaklidagi mikroelektr stansiya.



12.19-rasm. Elektr qismlarini zaryadlash uchun mo'ljallangan avtomobil tomida joylashtirilgan quyosh batareyasi.

Turli xil shakllarda barpo etilgan quyosh elektr stansiyalari tomonidan ishlab chiqarilayotgan elektr energiya miqdorini yil sayin ortib borishi bilan bir qatorda ishlab chiqarilgan elektr energiyasining tannarxini kamayishiga ham sezilarli darajada erishildi.

Yarim o'tkazgichli fotoelement-yorug'lik fotonlarining energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi elektron qurilma. Tashqi fotoeffekt asosida ishlaydigan birinchi fotoelement Aleksandr Stoletov tomonidan XIX asrning oxirida yaratilgan. Elektronika sanoatida ishlab chiqarilayotgan fotoelementlar asosan yarim o'tkazgich materiallari asosida tayyorlanmoqda. Energetik nuqtai nazardan sirtga tushayotgan fotonlarning energiyasi faqat to'qnashuv hisobiga elektr energiyasiga aylantirilishini, ya'ni bir pog'onali jarayondan iboratligi sababli yarim o'tkazgichli fotoelementlar samaraliroqdir.

Hozirgi vaqtda elektronika sanoatida ishlab chiqarilayotgan fotoelementlarning foydali ish koeffitsienti $16\div 25\%$ ni laboratoriya sharoitida esa $40,7\%$ ni tashkil etmoqda. Fotoelement sirtiga tushayotgan yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirish yarimo'tkazgich materiallari sirtining yoritilishi hisobiga sodir bo'ladigan ichki fotoeffekt hodisasiga asoslangan. Fotoelement sirtiga tushayotgan yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirilgan miqdori yarim o'tkazgich materialining ichki strukturasi (asosan tok tashuvchilar konsentratsiyasi va yashash vaqtiga) bog'liq bo'lganligi sababli fotoelement tayyorlash uchun yarim o'tkazgich material sifatida kirishmali, ya'ni kristall hajmiga boshqa kimyoviy element atomlari kiritilgan yoki taqiqlangan zona kengliklari har xil bo'lgan o'tkazgich materiallari birikmasidan foydalaniladi. Fotoelementlarda yorug'lik energiyasining yo'qotilishi asosan quyidagi omillar bilan bog'lik:

- fotoelement sirtidan yorug'likning qaytishi;

- tushayotgan yorug‘likning bir qismini yarim o‘tkazgich materialiga yutilmasdan o‘tib ketishi;
- fotonlar energiyasining bir qismini kristal panjara atomlari issiqlik tebranishlari ortishiga sarf bo‘lishi;
- yarim o‘tkazgich materialining ichki qarshiligiga.

Yuqorida keltirilgan xususiyatlarni e‘tiborga olgan holda hozirgi vaqtda elektronika sanoatida fotoelement xomashyosi sifatida Si- kremniy, GaAs-arsend gallyiy, Cu(In,Sa)Se_2 , AlGaAs-GaAs kabi birikmalar ishlatilmoqda. Elektr energiyasiga aylantirilayotgan yorug‘lik energiyasi isrofini kamaytirish, ya’ni fotoelement foydali ish koeffitsientini oshirish maqsadida hozirgi vaqtda asosan quyidagi amallar qo‘llanilmoqda:

- fotoelement uchun eng samarali taqiqlangan zona kengligili yarim o‘tkazgich material tanlab olish;
- energiya sarfi va yarim o‘tkazgich material massa miqdorini imkon darajasida kamaytirish;
- texnik xizmat ko‘rsatish imkoniyatlarini oshirish;
- fotoelementlarni ko‘p miqdorda ishlab chiqarishni tashkil etish.

Mustaqil o‘qib o‘zlashtirish uchun mavzular

1. Issiqlik elektr stansiyalari.
2. Bug‘ generatorlari.
3. Elektromagnit induksiya hodisasi.
4. Issiqlik elektr markazi.
5. Fotoelektrik effekt hodisasi.
6. Bug‘ turbinalar.
7. Bug‘ va gaz issiqlik elektr stansiyalari.
8. Gidravlik turbinalar.
9. Aktiv turbinalar.
10. Reaktiv turbinalar.

13.Mavzu: Elektr energiyasini iqtisodiy tuzilmalarda qo‘llash sohalari ***Qisqacha nazariy qism***

Iqtisodiy tuzilmalarning xar bir sohasida elektr energiyasidan keng foydalaniladi. Hamdo‘stlik va Yevropa mamlakatlarida o‘zgaruvchan elektr tokining chastotasi 50 Gts qilib belgilangan. AQSH va Yaponiya davlatlarida 60 Gs. Markazlashgan ta’minot orqali elektr iste’molchilarini uch fazali simmetrik tartibda ulash yuqori samara beradi.

Rivojlangan mamlakatlarda elektrlashtirilgan transport vositalaridan keng foydalaniladi. Oxirgi 30 yillar ichida xalq xo‘jaligining turli soxalarida elektr

energiyasidan to'g'ridan-to'g'ri texnologik jarayonlarda foydalanish keng qo'llanilmoqda. Bu jarayonlarda elektr energiyasi ishchi oraliqda issiqlik, mexanik, gidravlik, kimyoviy, akustik, optik va boshqa turdagi energiyalarga aylanib, bir vaqtning o'zida texnologik jarayonni ro'yobga chiqarmoqda. Elektr energiyasidan chorvachilikda, o'simliklarni etishtirishda, turli xil kattalikdagi tukiluvchi (sochiluvchi) jismlarni (masalan urug'larni) saralashda; suv sifatini yaxshilashda va boshqa jarayonlarda keng foydalanilmoqda.

Ishlab chiqarish sanoat korxonalarida elektr energiyasi ko'proq uch fazali elektr yuritgichlarda ishlatiladi. Yoritish tizimida, elektr qizdirgich, shamollatish tizimi va boshqa jarayonlarda xam elektr energiyasidan samarali foydalaniladi.

Elektr energiyasidan boshqa turdagi energiyalarni olish oson bo'lgani uchun xam bu turdagi energiya xalq ho'jaligi uchun ahamiyati kattadir.

Xalq xo'jaligining ko'p soxalarida elektr energiyasini istemol qilish uzliksiz bo'lishi talab etiladi. Agarda iste'molchini ta'minlovchi elektr tarmog'ida nosozlik bo'lib uzilib qolsa ishlab chiqarish korxonasiga (va boshqa soxalarga xam) katta zarar etilishi mumkin. Shuning uchun elektr iste'molchilari toifalari qabul qilingan EQO'Q (PUE)):

I-toifa. Bu toifadagi elektr iste'molchilarini elektr ta'minotidagi uzilish quyidagi oqibatlarga olib keladi: inson xayoti uchun xavf, xalq xo'jaligiga katta zarar; qimmatbaho asosiy uskunalarni shikastlanishi; maxsulotni yalpi braki (chiqitga chiqishi), murakkab texnologik jarayonni buzilishi; komunal (maishiy) xo'jaligi mahim elementlari funksiyalarining buzilishi.

O'ta muhim hisoblangan I toifa elektr iste'molchilari borki, ularni uzliksiz ishlashi (elektr energiyasi bilan ta'minlanishi) quyidagi salbiy oqibatlarni oldini olish uchun zarur bo'ladi: insonni o'limdan saqlash, portlash, yong'in va qimmatbaho asosiy qurilmalarni ishdan chiqishdan saqlanish.

Mazkur toifadagi elektr iste'molchilari ikkinchi mustaqil zararlanuvchi ta'minot manbalaridan ta'minlanishi zarur. Bir ta'minot tizimidan ikkinchi ta'minot tizimiga qayta ulash zaxirani avtomatik ulash elementini ishga tushish vaqti qadar (ya'ni, bir-ikki soniya) ta'minot uzilishiga ruxsat etiladi. O'ta muhim hisoblangan I toifa iste'molchilarining uchunchi mustaqil ta'minot manbasidan ta'minlanishi hal etiladi.

II-toifa. Bu toifadagi elektr iste'molchilarining elektr ta'minotida uzulish bo'lganida yalpi mahsulot chiqmay qolishi, ishchilarni, mexanizmlar va sanoat transportlarini yalpi ishlaymay qolishi, ko'p sonli qishloq va shaxar aholisini bir maromdagi faoliyatini buzilishiga olib keladi.

II-toifa iste'molchilarini ikkita mustaqil ta'minot manbalaridan elektr energiyasi bilan ta'minlash zarur bo'ladi. Agarda zaxira ta'minoti tarmog'idan

birortasida shikastlanish vujudga kelsa, uni bartaraf etish 1 kun (24 soatdan) ortmagan vaqtda bajarilishi ta'lab etiladi.

III-toifa elektr iste'molchilariga I va II toifalarga mansub bo'lmagan qolgan barcha elektr iste'molchilari kiradi. Bu toifa elektr iste'molchilarini 1 ta ta'minot manbasiga ulash mumkin. Faqat ushbu tarmoqda bo'ladigan shikastlanishni bartaraf etish vaqti 24 soatdan ortmasligi kerak. Mazkur toifadagi elektr iste'molchilari uchun zaxirali ta'minot bo'lmaydi.

Sanoat korxonalaridagi elektr iste'molchilar asosan elektr yuritgichlari, elektr pechlari, kran xo'jaligidagi motorlar va umuman katta quvvatli iste'molchilarning bir joyda to'planishi bilan tavsiflanadi. Nisbatan soni kam bo'lgani bilan joylashish maydoniga to'g'ri keladigan solishtirma quvvatning yuqoriligi bo'yicha ajralib turadi.

Bir yilda 8760 ish soati bo'lsa, ko'pgina zamonaviy sanoat korxonalarida yuqori quvvatda ishlash vaqti yil davomida 5000 soatdan ortadi (smenali) ish tartibiga ega bo'lgan korxonalar. Bu korxonalarda to'la quvvat 750 kVA dan yuqori va elektr energiyasiga to'lovlar ikki stavkali tarif asosida amalga oshiriladi. Ya'ni korxona ikki qismdan iborat to'lovni elektr energiyasini iste'mol qilgani uchun to'laydi. Birinchi qism elektr energiyasini hisoblagich (ulagich) ko'rsatgichi bo'yicha, ikkinchi qism esa ish kuni davomidagi yuklanish grafigining yarim soatlik maksimum aktiv quvvat uchun buyurtma narxi bo'ladi.

14.Mavzu: Elektr o'tkazgichlar, ularning fizik xossalari

Asosiy formulalar va tenglamalar

Elektr tokini o'tkazgich materiallarining elektr o'tkazuvchanligini tavsiflash uchun solishtirma elektr o'tkazuvchanlik tushunchasi kiritiladi va matematik

jihatidan $\sigma = \frac{1}{\rho}$ (1) tenglama bilan ifodalanadi, bu erda ρ -kattalik materialning solishtirma elektr qarshiligi deb ataladi.

Elektr qarshilik va solishtirma qarshilikning o'zaro bog'liqligi $R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ (2) tenglama bilan ifodalanadi, bu yerda l -silindr shaklidagi o'tkazgichning uzunligi, S -ko'ndalang kesimi yuzasi. O'tkazgich materiallari qizdirilganda solishtirma elektr qarshiligining o'zgarishi hisobiga elektr qarshilik ham o'zgaradi. Harorat ta'sirida o'tkazgichlarning elektr qarshiligini o'zgarishi $R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t)$ yoki $R_t = R_0 \frac{T}{T_0}$ (3) tenglama bilan ifodalanadi, bu erda α -koeffitsient o'tkazgich

qarshiligining termik koeffitsienti deyiladi. R_0 -o'tkazgich materialaning $t = 0^\circ\text{C}$ haroratdagi elektr qarshiligi.

Masalalar yechish namunalari

Masala №14.1

Mis o'tkazgich simning elektr qarshiligi $R = 10,8 \Omega$, massasi $m = 3,41 \text{ kg}$ bo'lsa, uning ko'ndalang kesimi yuzasi S va uzunligi l topilsin?.

Misning solishtirma elektr qarshiligi $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$, zichligi $D = 8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Berilgan:

$$R = 10,8 \Omega$$

$$m = 3,41 \text{ kg}$$

$$\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega$$

$$D = 8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Topish kerak:

$$S = ?, l = ?$$

Yechish: O'tkazgichning qarshiligi masalaning

$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$ (1) tenglama bilan shartida berilishiga asosan

ifodalanadi, bu yerda l - o'tkazgich materialining uzunligi, S - ko'ndalang kesimi yuzasi. Jismning

zichligini $D = \frac{m}{V} = \frac{m}{S \cdot l}$ (2) va (1) tenglamalaridan

o'tkazgich materialining uzunligining $l = \sqrt{\frac{R \cdot m}{\rho \cdot D}}$ (3) va

ko'ndalang kesimi yuzasining $S = \sqrt{\frac{\rho \cdot m}{D \cdot R}}$ (4) tenglamalarini keltirib chiqarib, kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib, tegishli matematik amallarni bajarib, o'tkazgichning uzunligi va ko'ndalang kesimi yuzasini aniqlaymiz:

$$l = \sqrt{\frac{R \cdot m}{\rho \cdot D}} = \sqrt{\frac{10,8 \Omega \cdot 3,41 \text{ kg}}{1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m} \cdot 8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} = 500 \text{ m.}$$

$$S = \sqrt{\frac{\rho \cdot m}{D \cdot R}} = \sqrt{\frac{1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m} \cdot 3,41 \text{ kg}}{8,9 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10,8 \Omega}} = 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2.$$

$$\text{Javob: } l = 500 \text{ m. } S = 7,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2.$$

Masala №14.2.

Cho'g'lanma yoritish chirog'ini volfram tolasining elektr qarshiligi $t_1 = 20^\circ\text{C}$ haroratda $R_1 = 40 \Omega$. Uning $t_0 = 0^\circ\text{C}$ haroratdagi R_0 qarshiligi topilsin?. Agar cho'g'lanma lampochka $U = 120 \text{ V}$ kuchlanishli tok manbaiga ulanganda volfram tolasidan $I = 0,3 \text{ A}$ tok o'tsa, qizigan volfram tolasining qarshiligi R_2 va harorati t_2 topilsin?. Volfram uchun qarshilikning harorat koeffitsienti $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}$.

Berilgan:

$$t_1 = 20^\circ\text{C}; R_1 = 40 \Omega;$$
$$U = 120 \text{ V}; I = 0,3 \text{ A};$$
$$\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1}.$$

Topish kerak:

$$R_0 = ?, R_2 = ?, t_2 = ?$$

Echish: Haroratning katta bo'lmagan interval-

larida o'tkazgichning R qarshiligi t haroratga chiziqli bog'liq bo'ladi va $R = R_0(1 + \alpha t)$ (1), tenglama bilan ifodalanadi, bu erda R_0 - o'tkazgichning $t_0 = 0^\circ\text{C}$ haroratdagi qarshiligi, α - qarshilikning harorat koeffitsienti.

U holda $t_1 = 20^\circ\text{C}$ haroratdagi volfram tolaning qarshiligi $R_1 = R_0(1 + \alpha t_1)$ (2) bo'lib, bu (2) tenglamadan R_0 kattalikni topamiz:

$$R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1} = \frac{40 \Omega}{1 + 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1} \cdot 20^\circ\text{C}} = \frac{40 \text{ Om}}{1},092 = 36,63 \Omega.$$

Elektr zanjirining bir qismi uchun G.Om qonuniga asosan yonib turgan cho'g'lanma lampochkaning volfram tolasining qarshiligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$R_2 = \frac{U}{I} = \frac{120 \text{ V}}{0,3 \text{ A}} = 400 \Omega.$$

. Qizigan volfram tolaning qarshili $R_2 = R_0(1 + \alpha t_2)$

bo'lib, undan tolaning haroratini aniqlasak:

$$t_2 = \frac{R_2 - R_0}{\alpha R_0} = \frac{400 \Omega - 36,63 \Omega}{4,6 \cdot 10^{-3} \text{ grad}^{-1} \cdot 36,63 \Omega} = 2157^\circ\text{C}.$$

$$\text{Javob: } R_0 = 36,63 \Omega; R_2 = 400 \Omega; t_2 = 2157^\circ\text{C}.$$

Masala №14.3.

Ko'ndalang kesim yuzi $S = 0,5 \text{ sm}^2$ bo'lgan o'tkazgichdan $I = 3 \text{ A}$ tok o'tadi. Agar bu metal o'tkazgichdagi erkin elektronlarning konsentratsiyasi $n = 4 \cdot 10^{28} \text{ sm}^{-3}$ bo'lsa, elektronlar dreyfining o'rtacha tezligi v'_{ort} topilsin. Elektronning zaryadi $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$.

Berilgan:

$$I = 3 \text{ A};$$
$$S = 0,5 \text{ sm}^2 =$$

Yechish: Metallning elektron o'tkazuvchanligi nazariyasiga asosan, o'tkazgichdan o'tayotgan elektr

tokning zichligi $j = \frac{I}{S}$ (1) tenglama bilan ifodalanib, bu yerda e -metallardagi erkin elektronlarning zaryadi, n - konsentratsiyasi va v'_{ort} -elektronlar dreyfining o'rtacha tezligining o'zaro ko'paytmasiga tengdir: $j = env'_{ort}$ (2). Tenglamadan elektronlar dreyfining o'rtacha tezligi quyidagichcha aniqlaymiz:

$$n = 4 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3};$$
$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$$

Topish kerak:

$$v'_{ort} = ?$$

$$v_{o'rt} = \frac{j}{en} = \frac{I}{enS} = \frac{3 \text{ A}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl} \cdot 4 \cdot 10^{28} \text{ m}^{-3} \cdot 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 0,94 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Javob: $v_{o'rt} = 0,94 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{s}}.$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Tok kuchi $I = 800 \text{ mA}$ bo'lganda o'tkazgichning ko'ndalang kesimi yuzasi orqali $t = 1 \text{ ms}$ vaqt ichida o'tadigan N elektronlar sonini toping?. Elektronning zaryadi $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$.
2. Diametri $d = 0,1 \text{ mm}$ bo'lgan mis simning $l = 2 \text{ m}$ uzunlikli bo'lagining qarshiligi $R = 4,46 \Omega$ bo'lsa, misning ρ solishtirma qarshiligini toping?.
3. Massasi $m = 1 \text{ kg}$. ko'ndalang kesim yuzi $S = 0,1 \text{ mm}^2$ bo'lgan mis simning elektr qarshiligini toping?. Misning zichligi $D = 8900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, solishtirma qarshiligi esa $\rho = 1,75 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$.
4. Agar $I = 0,2 \text{ A}$ tok o'tayotgan ko'ndalang kesim yuzi $S = 0,5 \text{ mm}^2$ bo'lsa, erkin elektronlar dreyfining $v_{o'rt}$ o'rtacha tezligini toping?. Elektronlarning zaryadi $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kl}$, erkin elektronlarning konsentratsiyasi esa $n_0 = 4 \cdot 10^{22} \text{ sm}^{-3}$.
5. Platina simning $t_1 = 20^\circ \text{C}$ haroratdagi qarshiligi $R_1 = 20 \Omega$, $t_2 = 500^\circ \text{C}$ haroratdagi qarshiligi esa $R_2 = 59 \Omega$ bo'lsa, platina moddasining qarshiligining α harorat koeffitsienti topilsin?.

15.Mavzu: Elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatish

Qisqacha nazariy qism

Elektr stansiyalarida qo'llanilgan generatorlarning turiga qarab $3 \div 24 \text{ kV}$ yuqori kuchlanishli elektr energiya ishlab chiqariladi. Bu kuchlanish kuch transformatorlari yordamida $35 \div 500 \text{ kV}$ yuqori kuchlanishga aylantirilib havo elektr uzatish yo'llari orqali iste'molchilarga etkazib beriladi. Elektr uzatish yo'llaridan tok o'tganda, undagi bir faza isrofi quyidagicha aniqlanadi: $\Delta P_{lf} = I^2 \cdot R$

(1). Hisoblarda elektr uzatish yo'llarining isrof formulasining to'liq quvvat orqali tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'lib: $\Delta P_l = 3\Delta P_{lf} = \frac{S^2 \cdot 10^{-3}}{U^2} R_l \frac{S^2 \cdot 10^{-3}}{U^2} R_0 \cdot l$ (2). Bir

faza uchun isrof: $\Delta Q_{lf} = \frac{S^2}{3 \cdot U^2} X_l$. uch faza uchun:

$$\Delta Q_l = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} x_0 \cdot l \quad \text{va} \quad \Delta Q_l = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} x_0 \cdot l$$

Munosabatlardan ko‘rinib turibdiki, isrof elektr uzatish yo‘llaridan uzatiladigan quvvatga to‘g‘ri proporsional bo‘lib, kuchlanishning kvadratiga teskari proporsional. Demak, elektr energiyaning qancha uzoq masofaga uzatmoqchi bo‘lsak, kuchlanish shuncha katta bo‘lishi lozim, chunki tarmoqning kuchlanishi qancha yuqori bo‘lsa elektr energiya isrofi uni olis masofaga uzatish jarayonida shuncha kamayadi. Tarmoq kuchlanishini o‘zgartirish maqsadida transformatorlar qo‘llaniladi.

Transformator - elektr tarmoqning uskunalaridan biri bo‘lib, uch fazali o‘tkazuvchan tokni bir kuchlanishi uch fazali kuchlanishini o‘zgartiruvchi elektromagnitaviy apparatdir. Amaliyotda elektr energiyasini qancha uzoq masofaga uzatayotgan bo‘lsak, aktiv va reaktiv quvvat isrofi ma’lum me’yordan (6÷7%) oshmasligi uchun uning kuchlanishi shuncha yuqori bo‘lishi lozim. Demak, elektrostansiyadan elektr energiyasi, uch fazali tok ko‘rinishida ishlab chiqarilgandan keyin, uning bir qismi yaqin atrof, 10-15 km da joylashgan iste’molchilarga kuchlanishi $U=6$ yoki 10 kv EUY orqali yuboriladi. Uzoq masofaga yuborayotgan bo‘lsak, uning kuchlanishi, transformator orqali, $U=220$ kV ga kuchaytiriladi. Bunday transformatorlarga kuchaytiruvchi transformatorlar

deyiladi va ularning transformatsiya koeffitsienti $k = \frac{U_2}{U_1} > 1$ bo‘ladi. Elektr energisi iste’molchi joylashgan hududga etkazilgandan so‘ng maxsus podstansiyadagi pasaytiruvchi transformatorlar yordamida uning kuchlanishi pasaytirilib havo elektr uzatish yo‘llari orqali iste’molchilarga uzatiladi.

Masalalar yechish namunalari

Masala. №15.1.

Ochiq mis simdan o‘tkazilgan $l = 500$ m uzunlikdagi ikki simli liniya alyuminiy simga almashtirildi. Har ikki, ya’ni alyuminiy va mis simlarining ko‘ndalang kesimlari bir xil $S = 16$ mm² bo‘lib, liniyadan oqib o‘tayotgan tok kuchi $I = 100$ A bo‘lsa, iste’molchilarning qismlaridagi kuchlanish o‘zgarmas saqlanishi uchun liniya boshidagi kuchlanishni necha voltga orttirish kerakligi va simdagi qo‘shimcha quvvat isrofi aniqlansin?

Mis va alyuminiy materiallarining solishtirma qarshiliklari mos ravishda:

$$\rho_{Si} = 0,0176 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}; \quad \rho_{Al} = 0,0278 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}.$$

Berilgan:

$$l = 500 \text{ m}$$

$$S = 16 \text{ mm}^2$$

$$I = 100 \text{ A}$$

Echish: Elektr qarshiligining tenglamasiga asosan $l = 500$ m uzunlikdagi mis o‘tkazgichning elektr qorshiligi:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1)$$

$$\rho_{si} = 0,0176 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$$

$$\rho_{Al} = 0,0278 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$$

Topish kerak:

$$\Delta U = ? \quad \Delta P = ?$$

$\rho_{si} = \rho_{si} \frac{l}{S} = 0,0176 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \cdot \frac{2 \cdot 500m}{16mm^2} \approx 1,1 \Omega$. Bu erda ikki simli liniya bo'lganligi uchun uzunlik olingan.

Mis sim o'tkazgichga kuchlanish pasayishi tenglamaga asosan:

$$\Delta U_{cu} = I \cdot R_{cu} \quad (2)$$

$$\Delta U_{cu} = I \cdot R_{cu} = 100A \cdot 1,1 \Omega = 110V.$$

Mis simning alyuminiy simga almashtirilganligini e'tiborga olib, (1) tenglamaga asosan alyuminiy simning elektr qarshiligini aniqlaymiz:

$$\rho_{Al} = \rho_{Al} \frac{2l}{S} = 0,0278 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \cdot \frac{2 \cdot 500m}{16mm^2} \approx 1,74 \Omega.$$

(2) tenglamaga asosan alyuminiy o'tkazgich simda kuchlanish pasayishi:

$$\Delta U_{Al} = I \cdot R_{Al} = 100A \cdot 1,74 \Omega = 174V$$

Mis o'tkazgich sim alyuminiyga almashtirilgandan ko'ng liniya boshida o'rtirilishi talab etilgan kuchlanish $\Delta U = \Delta U_{Al} - \Delta U_{cu}$ (3) tenglamaga asosan: $\Delta U = 174V - 110V = 64V$. U holda mis va alyuminiy o'tkazgich simlarida quvvat isrofi mos ravishda:

$$\Delta P_{su} = \Delta U_{cu} \cdot I = 110V \cdot 100A = 11kVt.$$

$$\Delta P_{Al} = \Delta U_{Al} \cdot I = 174V \cdot 100A = 17,4 kVt.$$

Simlarni almashtirish tufayli sodir etilgan quvvat isrofi:

$$\Delta P = \Delta P_{Al} - \Delta P_{su} = 17,4 kVt - 11kVt = 6,4 kVt.$$

Masala. №15.2.

Ochiq mis simdan o'tkazilgan $l = 500 m$ uzunlikdagi ikki simli liniya alyuminiy simga almashtirildi. Liniyadan oqib o'tayotgan tok kuchi $I = 100A$, mis o'tkazgichning ko'ndalang kesimi $S = 16mm^2$ bo'lsa, qo'shimcha quvvat isrofi sodir etilmasligi uchun alyuminiy simning ko'ndalang kesimi yuzasi qanday bo'lishi kerak? Mis va alyuminiy materiallarining solishtirma elektr qarshiliklari mos ravishda $\rho_{su} = 0,0176 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$, $\rho_{Al} = 0,0278 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$.

Berilgan:

$$l = 500 m; \quad I = 100A$$

$$S = 16 mm^2$$

$$\rho_{su} = 0,0176 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$$

$$\rho_{Al} = 0,0278 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m};$$

Topish kerak:

$$S_{Al} = ?$$

Yechish. Liniyada quvvat isrofi o'tkazgich materiallarining qarshiligi hisobiga sodir etilishini e'tiborga olsak, u holda $R_{su} = R_{Al}$ (1) shart bajarilishi kerak. Elektr qarshilikning $R = \rho \frac{l}{S}$ (2) tenglamasiga asosan, mis o'tkazgichning elektr qarshiligi:

$$R_{su} = \rho_{su} \frac{l}{S} = 0,0176 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \cdot \frac{2 \cdot 500m}{16mm^2} \approx 1,1 \Omega.$$

U holda alyuminiy o'tkazgich simining qarshiligi $R_{Al} = \rho_{Al} \frac{2l}{S_{Al}}$ (3) tenglama

bilan ifodalanib, (1) tenglamaga asosan $R_{Al} = \rho_{Al} \frac{2l}{S_{Al}} = R_{su}$ (4). Tenglamadan alyuminiy o'tkazgich simining ko'ndalang kesimi yuzasini topamiz:

$$S_{Al} = \rho_{Al} \cdot \frac{2l}{S_{Al}} \quad (5).$$

Tenglamadan kattaliklarning masalani shartida berilgan son qiymatlarini qo'yib tegishli matematik amallarni bajarib, ko'ndalang kesim yuzasini

$$\text{aniqlaymiz: } S_{Al} = 0,0278 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{2 \cdot 500 \text{m}}{1,1 \Omega} \approx 25,3 \text{ mm}^2.$$

$$\text{Javob: } S_{Al} \approx 25,3 \text{ mm}^2.$$

Masala. №15.3.

Masala quvvati $R = 2,5 \text{ kVt}$ bo'lgan manbadan ta'minot olayotgan ikki simli liniyada tok kuchi $I = 12 \text{ A}$ bo'lsa, liniyada yuklama kuchlanishini, foydali ish ko'effitsienti va kuchlanish isrofi topilsin? Liniyadagi mis o'tkazgich simning uzunligi $l_1 = 1200 \text{ m}$, ko'ndalang kesim diametri $d = 4,5 \text{ mm}$.

Berilgan: $R = 2,5 \text{ kVt} = 2,5 \cdot 10^3 \text{ Vt}$ $I = 12 \text{ A}$ $l_1 = 1200 \text{ m}$ $d = 4,5 \text{ mm} = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $\rho_{cu} = 1,75 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ Topish kerak: $\Delta U = ? \quad P_n = ? \quad \eta = ?$	Yechish. Elektr qarshilikning $R = \rho \frac{l}{S}$ (1) tenglamasiga asosan 2 simli liniya o'tkazgich materialining elektr qarshiligini topamiz: $R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{2l_1}{\pi \cdot d^2} = \rho \frac{8l_1}{\pi \cdot d^2} =$ $1,75 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{8 \cdot 1200 \text{ m}}{3,14 \cdot (4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2} \approx 2,64 \Omega.$
---	--

Liniyada kuchlanish isrofini $\Delta U = R \cdot I$ tenglamadan aniqlaymiz:

$$\Delta U = R \cdot I = 2,64 \Omega \cdot 12 \text{ A} = 31,7 \text{ V}.$$

Liniyada tok kuchi va kuchlanish isrofini hisobga olgan holda liniyadagi quvvat qo'yidagicha aniqlanadi: $\Delta P_l = \Delta U \cdot I = 31,7 \text{ V} \cdot 12 \text{ A} \approx 380 \text{ Vt}.$

U holda yuklama quvvati $P_n = P - \Delta P_l$ tenglamaga asosan:

$$P_n = P - \Delta P_l = 2,5 \cdot 10^3 \text{ Vt} - 380 \text{ Vt} \approx 2,12 \text{ kVt}.$$

U holda liniyada foydali ish ko'effitsient:

$$\eta = \frac{P_n}{P} \cdot 100\% = \frac{2,12 \text{ kVt}}{2,5 \text{ kVt}} \cdot 100\% \approx 85\%.$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Ikki simli liniya oxirida $R_1 = 22 \text{ kVt}$ quvvat elektr motori bilan umumiy quvvati $R_2 = 2,2 \text{ kVt}$ bo'lgan bir nechta iste'molchilar parallel ulangan. Bitta liniya simining qarshiligi $r_1 = 0,02 \Omega$ bo'lib, iste'molchilarning qismlaridagi kuchlanish $U_2 = 220 \text{ V}$ bo'lsa, liniya boshidagi kuchlanish topilsin?
2. Quvvati $R = 150 \text{ kVt}$ bo'lgan yuklama $l = 2 \text{ km}$ uzunlikdagi liniya orqali $U = 1 \text{ kV}$ kuchlanishli manbaga ulangan. Kuchlanish isrofi 8% dan oshmasligi uchun alyuminiy simning ko'ndalang kesimi yuzasi qanday bo'lishi kerak?
3. Transformatsiya koeffitsienti $K = 15$ bo'lgan pasaytiruvchi transformatorning ikkilamchi cho'lg'amida tok kuchi $I_2 = 210 \text{ A}$, transformatorning har ikki chulg'amida tok zichligi $j = 3,5 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$ bo'lsa, kirim va chiqish cho'lg'amlarining o'tkazgich kesimi yuzalari topilsin?
4. Quvvatlari $R_1 = 4 \text{ kVt}$, $R_2 = 8 \text{ kVt}$, $R_3 = 12 \text{ kVt}$ va $R_4 = 1 \text{ kVt}$ bo'lgan iste'molchilar transformator podstansiyasidan mos ravishda $l_1 = 60 \text{ m}$, $l_2 = 100 \text{ m}$, $l_3 = 120 \text{ m}$, $l_4 = 150 \text{ m}$ masofalarda joylashgan. Agar ikkinchi iste'molchida kuchlanish to'shuvi $U_2 = \frac{400}{230} \text{ V}$, kuchlanish isrofi $U_2 = 3\%$ bo'lsa, to'rt simli va uch fazali tok uchun o'tkazgichlarning ko'ndalang kesimi yuzasi topilsin?

16. Mavzu: Energetikaning atrof-muhitga ta'siri

Qisqacha nazariy qism

Yoqilg'i-energetika majmuasi korxonalari faoliyati murakkab va turli ishlab chiqarish jarayonlaridan iborat bo'lib, ekologik rivojlanish masalalarini majmuaviy hal etishni taqazo etadi. Dunyo mamlakatlari uchun yoqilg'i-energetika tizimini takomillashtirish – uzluksiz jarayon bo'lib, belgilangan tadbirlarning navbat bilan amalga oshirilishini nazarda tutadi. Takomillashtirish qisqa muddatli, shu bilan birga uzoq muddatli ham bo'lishi mumkin (quvvatni oshirishni atrof-muhitning ma'lum o'zgarishlariga ta'siri). Lekin bugungi kundagi tez o'zgaruvchan ijtimoiy va ekologik jabhalarda turli mamlakatlar uchun energetika tizimining turli elementlarini o'zgartirish zarurati tug'uladi.

Rivojlanishning zamonaviy bosqichida dunyoda sanoat korxonalari tomonidan atmosfera 1 mlrd. tonnadan ortiq zararli moddalar chiqariladi, bu esa tabiiy resurslarni qayta ishlashda va organik xomashyoni qo'llashda ishlatilayotgan texnologiyaning takomillashmaganligidan dalolat beradi. Har o'n yilda chiqindilar va zararli moddalarning chiqarilishi 2 barobar oshmoqda. Natijada bu hol tabiatning qayta tiklanish prinsipining buzilishiga olib kelishi mumkin.

Zamonaviy ekologik sharoitni aniqlaydigan quyidagi asosiy ziddiyatlarni ajratish mumkin:

- ✓ Ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish sur'atlari va maqsadlari o'rtasida va tabiiy resurslarning nisbatan cheklanganligi hamda tabiiy muhit sharoitlarining yomonlashuvi;
- ✓ Tabiiy resurslarning, sharoitlarning xilma-xilligi hamda texnik vositalar va qarorlarning mavjudligi;
- ✓ Tabiiy resurslardan foydalanish va bizning tabiiy jarayonlar to'g'risidagi bilimlarimizning darajasi va ularning texnologik jarayonlarda qo'llanilish darajasi;
- ✓ Insoniyatning tabiiy muhit bilan munosabatidagi murakkab muammolarni aks ettiruvchi bilim darajasi hamda progressiv texnologiyalarni tatbiq etish imkoniyatlari.

Ushbu muammoli vaziyatni hal etishda, albatta, barcha davlatlar manfaatdor, chunki ifloslanish faqatgina xususiy chiqindilar va zararli moddalar orqaligina emas, balki chegaradosh mamlakat hududlari orqali ham bo'lishi mumkin, ya'ni transchegaraviy ifloslanish ham kuzatiladi. Elektr stansiyalarining birlamchi energiya manbai sifatida turli foydali qazilmalarni qazib olish hajmlari bugungi kunda mavjud ishlab chiqarish texnologiyalarining eskirishi xomashyo tarkibidagi qimmatbaho tabiiy komponentlar yo'qotib qo'yilishiga olib kelmoqda. O'zbekiston tabiiy muhitining ifloslanishiga qazib olish, qayta ishlash va qattiq yoqilg'idan foydalanishni o'z ichiga olgan yoqilg'i-energetika majmuasining tarmoqlari katta ta'sir ko'rsatadi. Hisob-kitoblarga ko'ra, 1 t ko'mir qazib olishda 20 m^3 metan aralashmali moddalar, 0,25 t shaxta ag'darmasi, razrezlarda 7 t ag'darma jinslar va 2,8 m^3 oqava suvlar hosil bo'ladi. Ko'mirni qayta ishlashda esa 0,23 t boyitish chiqindilari, yoqishda esa 0,25 t kul paydo bo'ladi.

YOqilg'i-energetika majmuasi tarmoqlari ichida atrof-muhitga salbiy ta'sir ko'rsatishda ko'mir sanoati ahamiyatli o'rin egallaydi. Ushbu holat amaliyotida mavjud bo'lgan quyidagi asosiy sabablar orqali tasdiqlanadi:

- birinchidan, ko'pballastli ko'mirning, ya'ni kullilik, namlik va chiqindililik darajasi yuqori bo'lgan ko'mirning katta hajmlarda qazib olinishi va iste'mol qilinishi; qazib olinayotgan ko'mirning kulliligi 40%, namligi 50%, chiqindililik darajasi 3% ni tashkil etib, ko'mirning sanab o'tilgan sifat parametrlari energetik inshootlarning issiqlik-texnik ko'rsatkichlariga salbiy ta'sir ko'rsatishi bilan bir qatorda atrof-muhitni ham ifloslaydi;
- ikkinchidan, ekologik toza mahsulot ishlab chiqarish va gaz holatidagi xamda qattiq chiqindilarni utilizatsiyalashni ta'minlovchi mavjud texnologiyalarning takomillashmaganligi va yangi texnologiyalardan foydalanishning etarli emasligi.

Ko‘mir qazib olish jarayonida asosiy xomashyo bilan, birgalikda shaxta metanii qazib olinib, vakuum-nasos stansiyalari va ventilyasion tizimlar orqali chiqarilib, er osti ishlab chiqarishi mavjud hududlarning tabiiy muhitini ifloslaydi.

Metan aralashmali chiqindilarning atmosferaga chiqarilishi natijasida etan, butan, propan, metan kabi zaharli komponentlar chiqariladi. Ushbu tipdagi gaz holatidagi chiqindilarning kamaytirishiga yoki to‘liq qisqartirilishiga ulardan energoyoqilg‘i sifatida foydalanish orqali erishilishi mumkin.

Ko‘mir qazib olishda, shuningdek tabiiy muhitni ifloslashda razrezlarda ag‘darma jinslarning va oqava suvlarning chiqarilishi katta ahamiyatga ega. Chiqindilar qatoriga qum, kremniy oksidi, graviy, temir oksidi, gil va boshqa elementlar kiradi. Mazkur chiqindilar turli mahsulotlarni ishlab chiqarishda potensial texnologik xomashyo sifatida qabul qilinishi mumkin. Texnologik jarayonlarning keyingi bosqichida – qattiq yoqilg‘ini boyitishda atrof-muhit asosan qattiq chiqindilar bilan ifloslanadi.

Atmosfera havosini ifloslashda asosiy ulushni energetika korxonalari tashkil etib, ularning tashlamalari umumiy tashlamalarning 40% ni tashkil etadi.

Energetik inshootlarda ko‘mirdan foydalanish orqali ifloslanishning asosiy manbai bo‘lib o‘zida azot va oltingugurt oksidini saqlovchi shlak va kul hisoblanadi.

Quyidagi 1-jadvalda turli yoqilg‘i turlarini yoqilg‘i turlarini yoqish natijasida chiqariladigan tashlamalar [1]keltirilgan:

Turli yoqilg‘i turlarini yoqish natijasida ifloslantiruvchi komponentlarning solishtirma tashlamalari.

16.1-jadval.

№	Ifloslantiruvchi manba sifatida yoqilg‘i turi	Ifloslantiruvchi moddalar, kg/t			
		Qattiq moddalar	Uglevodorodlar	Azot oksidi	Oltingugurt oksidi
1	Tabiiy gaz	0,05-2	0,03-0,3	5-20	0,01-0,02
2	Motor yoqilg‘isi	2-8	10-40	15-60	1,5-6
3	Mazut	2-4	0,17-1,5	5-20	3-30
4	Ko‘mir	1-100	0,1-1,2	5-20	10-90

Ko‘mirdan hosil qilingan gaz orqali elektr energiyani ishlab chiqarish ekologik tozalik va ko‘mir qazib olish joyidan undan foydalanish joyigacha quvir transporti orqali etkazilishi bilan ifodalananib, yoqilg‘ining etkazilishida xarajatlarning qisqartirilishini ta’minlaydi. Xuddi shunday transportning afzalliklari ko‘mirning suspenziya ko‘rinishida olib o‘tilishida ko‘pballastli ko‘mir bilan solishtirilganda yoqish bosqichida yuqori ekologik tozalikni ta’minlaydi.

Energetik resurs sifatida tabiiy gazning afzalliklarini keltirish yaqin kelajakda mamlakat yoqilg‘i-energetika balansida ko‘mirning ulishi ortishi bilan

o'zgarishi mumkin. Bunday qarashning to'g'ri ekanligini bir-biri bilan bog'liq bo'lgan 2 ta holat aniqlaydi:

1. Tabiiy gaz zaxiralarining cheklanganligi;
2. Qattiq yoqilg'i zaxiralarining etarli ta'minlanganligi.

Shuning uchun bunday yondashuv tabiiy gaz zahiralarini dunyo bozorida realizatsiya qilish uchun ishlab chiqarishdan chiqarish imkonini beradi. Mazkur muommoning echimi milliy issiqlik energetikasini rekonstruksiyalash va texnik qayta qurollantirish, ko'mir sanoatini rivojlantirish, energiya tejamkorligi va atrof-muhitni muhofaza qilish masalalari bilan bog'liq. Bunda yoqilg'i balansini quyidagi texnik yo'nalishlar bo'yicha qayta ko'rib chiqilishi nazarda tutiladi:

- Ko'mir yoqilg'isida ishlaydigan elektr va issiqlik stansiyalarini qo'shimcha yuklash;
- Ko'mir yoqilg'isida ishlash uchun loyihalashtirilgan elektr stansiyalarini modernizatsiya qilish;
- Energetik yoqilg'idan foydalanishning ilg'or energosamarador texnologiyalarini qo'llash;
- Yangi turdagi sifati yaxshilangan yoqilg'i va xomashyo asosida ishlaydigan elektr va issiqlik stansiyalarini qo'shimcha rivojlantirish;
- Noan'anaviy energiya manbalarini qo'llash (masalan, quyosh energetikasi).

Muqobil energiya manbalarining energetik salohiyati yuqoridir. Ammo ulardan keng foydalanish ma'lum bir qiyinchiliklar – noan'anaviy energiya manbalaridan foydalanish bo'yicha texnik qarorlarning tajriba-sanoat tavsifi va iqtisodiy cheklovlar bilan bog'liq.

Ko'mir va mazutning etarli darajadagi xususiyati ular sifatining pastligidir. Aslida suyuq yoqilg'i – bu tarkibida oltingugurt miqdori yuqori bo'lgan mazutdir. Har bir davlatda atrof-muhit ham ichki, ham tashqi ob'ektlar hisobiga ifloslanadi. Azot, oltingugurt oksidlari va boshqa zararli moddalar bir davlatdan ikkinchisiga o'tadi. Ko'pgina davlatlarda ekologik vaziyat ushbu hududlarda turli chora-tadbirlar amalga oshirilishiga qaramay dolzarb masala bo'lib qolmoqda. Butunjahon sog'liqni saqlash tashkilotining ma'lumotlari bo'yicha hech qaysi bir davlat bugungi kunda ekologik pozitsiya bo'yicha normal sharoitga ega emas. Baholashning 5 ballik shkalasi bo'yicha "4" koeffitsientini Belgiya, Yaponiya, AQSH va Shvetsiya davlatlarigina olgan.

Elektr stansiyalari atrofidagi havo va er hududlarining to'liq tutib olinmayotgan kul bilan ifloslanishi yoqilayotgan ko'mirning yuqori kulliligi bilan aniqlanadi, bunda elektrfiltrlar kulni tutib olish imkoniyatiga ega emas. Albatta bunda insonlar salomatligiga va atrof-muhitga ta'sir mavjud.

Qattiq yoqilg'idan foydalanish bosqichida shakllanadigan yana bir ahamiyatli zararli omil sifatida elektr stansiyalari va boshqa energetika

inshootlaridan bug‘ gazlari bilan atmosfera chiqorilayotgan oltingugurt birikmalarini ko‘rsatish mumkin. Oltingugurt birikmalari o‘simlik dunyosiga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi. Birlashgan millatlar tashkilotining ma‘lumotga ko‘ra, 0,1-0,2 mg/ m^3 miqdorida bo‘lishi 29 % ga va 0,5 mg/ m^3 miqdoridan ortiq bo‘lishi 48% ga qisqartiradi.

Yoqilg‘i va elektr stansiyalarning bug‘ gazlarida mavjud oltingugurt birikmalari, o‘z navbatida, energetik inshootlar, uskunalar, shuningdek metall buyumlar va boshqa materiallarga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi. Buning natijasida, sulfat kislota barcha ob‘ektlarning korroziyasini tezlashtiradi. Yuqorida qayt etilgan floslantiruvchilarning solishtirma va summar chiqarilishi elektr stansiyalarida qullaniluvchi yoqilg‘ining sifati pastligi va yoqilg‘ini yoqish jarayonining ayrim bosqichlarini texnik jihatdan takomillashmaganligi bilan aniqlanadi.

Bugungi kunda sanoatning ko‘mir va energetik tarmoqlarining rivojlanishida ekologik omil etakchi ta‘sir ko‘rsatuvchi omil bo‘lib qolmoqda. Ko‘pgina davlatlarda floslanishning oldini olish va zararni kamaytirish maqsadida havo havzasini muhofaza qilish bo‘yicha maxsus qonunlar qabul qilingan, jumladan ularda havodagi zararli moddalarning yo‘l qo‘yiladigan konsentratsiyalari (YQK) belgilab qo‘yilgan (16.2-jadval).

16.2-jadval

Davlat	Issiqlik quvvati, ming kVt	Me‘yorning kiritilgan yili	Me‘yor, mg/ m^3	
			Oltingugurt birikmalari	Azot oksidi
Belgiya	300	1987	400	650
Daniya	50	1984	800	1150
Finlyandiya	150	1987	400	200
Italiya	100	1989	400	650
Niderlandiya	300	1988	850	500
Buyuk Britaniya	700	1988	900	650
AQSH	73	1978	900	740
Germaniya	300	1984	830	210
Avstriya	300	1984	900	800

Ifloslantirishning yo‘l qo‘yiladigan me‘yorlariga rioya qilish nafaqat atrof-muhit ifloslanish darajasining pasayishiga, balki turli mahsulotlar – oltingugurt, sulfat kislota, gips va boshqa moddalarni ishlab chiqarish uchun xomashyo bazasini kengaytirish imkoniyatini beradi.

O‘zbekistonda energetika sektorining atrof-muhitga ta‘siri. O‘zbekistonda tabiatni muhofaza qilish davlat qumitasi energetika sohasini nazorat qilish uchun

mas'uldir. Qumita o'zining yillik hisobotini tayyorlaydi va Senatga yuboradi. Mazkur hisobotda kommunal xhjaliklar borasida fikr yuritilmaydi. Aslida esa isitish tizimlari hosil qilayotgan ifloslanish miqdori aniq belgilanmaydi.

Asosan Toshkent, Qashqadaryo, Sirdaryo va Farg'ona viloyatlarida joylashgan issiqlik elektr stansiyalari, qozonxonalar hamda neft va gaz sanoati inshootlari oltingugurt gazi atrof-muhitni ifloslantiruvchi chiqindilarning asosiy manbai hisoblanadi. 2006 yil misolida qaralganda, energetika sektori havoga 65,554 tonna oltingugurt gazi chiqindisini chiqardi. Bu ko'rsatkich sanoat inshootlari chiqaradigan chiqindilarning 58,8 foizini hamda umumiy oltingugurt gazi chiqindisining 30,7 foizini tashkil etadi. Tabiiy gaz, neft va ko'mir tarkibida oltingugurt miqdori o'rtacha 1,8 foizni tashkil etishi hisobga olinsa, ushbu yoqilg'i mahsulotlarini yoqish natijasida atrof-muhitga tarqalgan chiqindi miqdori yuqori ko'rsatkichni tashkil etadi.

Turg'un manbalar orasida elektr energiya ishlab chiqarish korxonalari tomonidan chiqarilgan chiqindilar umumiy miqdorning asosiy ulushini tashkil etadi. Masalan 2008 yilda Issiqlik elektr stansiyalari tomonidan atrof-muhitga 130 ming tonna atrofida chiqindi chiqarilgan bo'lib, uning asosini oltingugurt, azot gazi va uglerod oksidlari tashkil etgan.

Angren va Yangi Angren inshootlarida hosil bo'luvchi kulning umumiy hajmi 10 million tonnagacha boradi hamda kulning yillik miqdori YAngi Angren inshootida 500 ming tonnani, Angren inshootida esa 120 ming tonnani tashkil qiladi.

17.Mavzu: Energetika fakulteti binosida mavjud laboratoriya bazalari bilan tanishish

Qisqacha nazariy ma'lumotlar

5310200-Elektr energetika (Elektr ta'minoti) ta'lim yo'nalishi o'quv rejasida laboratoriya mashg'uloti belgilangan fanlardan laboratoriya ishlarini bajarish uchun mo'ljallangan qurilmalar Energetika fakulteti o'quv binosining 1-qavatida Elektr energetikasi kafedrasiga qarashli laboratoriya o'quv xonalarida joylashtirilgan va talab darajasida jihozlangan. Ushbu laboratoriya ishlarining asosiylari to'g'risida ma'lumotlar 17.1-jadvalda keltirilgan.

17.1-jadval.

<i>№</i>	<i>Laboratoriya ishining nomi</i>	<i>Laboratoriya ishini bajarishdan maqsad</i>	<i>Laboratoriya qurilmasining ko'rinishi.</i>
-----------------	--	--	--

1.	0,4 kV uch fazali suv nasos agregatlarini ishlash muddatini oshirish qurilmasini o'rganish.	Ishdan maqsad: Nasos agregatlarida qo'llaniladigan elektr yuritmalarini uzoq muddatli va ishonchli ishlashini ta'minlash.	
2.	ΦM5000 rusumli releli va boshqaruv qurilmasini tuzilishi va ishlash prinsipini o'rganish.	Ishdan maqsad: ΦM5000 rusumli releli va boshqaruv qurilmasini sinovdan o'tkazish hamda tajriba natijalari asosida blokning ishlash rejimini tahlil qilish.	
3.	O'zgaruvchan tok zanjirida energiya iste'molchilarini ketma-ket va parallel ulash.	Ishdan maqsad: O'zgaruvchan tok zanjirida ketma-ket ulangan energiya iste'molchilarini o'rganish va tok bilan kuchlanishning vektor diagrammalarini tuzish hamda fazalar farqini aniqlash.	
4.	Eruvchan saqlagichlarni o'rganish.	Ishdan maqsad: Saqlagichlarning tuzilishi va eruvchan elementlarning tavsiflarini o'rganish.	
5.	Tok transformatorlarini tekshirish.	Ishdan maqsad: Tok transformatorlarini sinash, xususiyatlarini o'rganish va uning tavsiflari diagrammalarini tuzish.	

6.	Cho'g'lanish lampasi yorug'ligini o'lchash va yoritgichlar uchun yorug'likni tarqalish egri chiziqlarini qurish.	Ishdan maqsad: Cho'g'lanma chiroqli yoritish uskunalarining asosiy yorug'lik va elektrik xarakteristikalarini o'rganish hamda cho'g'lanma yoritish chiroqlari tarqatadigan yoritilganlikni o'lchash.	
7.	Yuqori bosimli simob lampalarini, yoritgichlar elementlarini ulanish sxemasini va xarakteristikalarini o'rganish.	Ishdan maqsad: Zamonaviy rangi to'g'rilangan yuqori bosimli simobli chiroqlar qo'llaniladigan yoritish uskunalarining tuzilishi bilan tanishish hamda ularning ulanish sxemasi va asosiy texnik xarakteristikalarini o'rganish.	
8.	Lyumenesent lampalarni va ishga tushiri, rostdash apparaturasini tekshirish.	Ishdan maqsad: Lyuminesent chiroqlarining ulanish sxemasini asosiy yorug'lik va elektrik xarakteristikalarini hamda ishga tushirish va rostdash qurilmasining tuzilishi, ishlash prinsipini o'rganish.	

O'quv mashg'uloti davomida fan o'qituvchisi talabalarga ushbu jadvalda keltirilgan laboratoriya ishlarining mohiyati va amaliy ahamiyatini batafsil tushuntirib, laboratoriya ishlarining bajarish tartibi to'g'risida batafsil ma'lumotlar beradi.

18.Mavzu: O'zbekistonda mavjud elektr stansiyalar va podstansiyalar

Qisqacha nazariy qism

Dunyo mamlakatlari miqyosida ishlab chiqariladigan elektr energiya-ning ko'p qismi IES, AES va GESlarga to'g'ri keladi. O'zbekistonda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasining 87% atrofida issiqlik elektr stansiyalarida ishlab chiqilishini e'tiborga olib, mavjud yuqori quvvatli issiqlik elektr stansiyalari, issiqlik elektr markazlari va gidroelektr stansiyalari to'g'risida ma'lumotlar 18.1, 18.2, 18.3. jadvallarda keltirildi.

O'zbekiston Respublikasidagi eng yirik Issiqlik elektr stansiyalar.

18.1-Jadval.

No	Issiqlik elektr stansiyasining nomi.	O'rnatilgan quvvati MVt.	Turbogenera- torlar soni	Joylashgan shahar nomi.
----	--------------------------------------	--------------------------	-----------------------------	-------------------------

1.	Sirdaryo IES	3000	10	Shirin
2.	Yangi Angren IES	1800	6	Nurobod
3.	Toshkent IES	1860	12	Toshkent
4.	Navoiy IES	1250	11	Navoiy
5.	Angren IES	484	8	Angren
6.	Taxiatosh IES	730	5	Taxiatosh
7.	Tallimarjon IES	1700	3	Nuriston

O'zbekiston Respublikasidagi eng yirik Issiqlik elektr markazlari.

18.2-Jadval.

№	Issiqlik elektr stansiyasining nomi.	O'rnatilgan quvvati MVt.	Joylashgan shahar nomi.
1.	Farg'ona IEM	330	Kirguli
2.	Muborak IEM	60	Muborak
3.	Toshkent IEM	30	Toshkent

O'zbekiston Respublikasidagi eng yirik Hidro elektr stansiyalar.

18.3-Jadval.

№	Gidro elektr stansiyasining nomi.	O'rnatilgan quvvati MVt.	Gidroturbinalar soni	Joylashgan shahar nomi.
1.	CHorvoq GES	620,5	4	CHirchiq
2.	Xo'jakent GES	165	3	CHirchiq
3.	G'azalkent GES	120	3	G'azalkent
4.	Farxod GES	126	4	Sirdaryo
5.	Xisorak GES	45	2	Miraki

O'zbekistonda mavjud 500 kV va 220 kV kuchlanishli podstansiyalar to'g'risida ma'lumotlar 18.4 jadvalda keltirilgan.

18.4 jadval

№	Podstansiya-ning nomi	Kuchlanishi kV	Podstansiya joylashgan manzili
1.	Toshkent	500	O'rta Chirchiq tumani.
2.	Yangi Angren	500	Yangi Angren shaharchasi.
3.	Sirdaryo	500	Shirin shaharchasi.
4.	Lochin	500	Andijon viloyati.
5.	O'zbekiston	500	Farg'ona viloyati.
6.	Sug'diyona	500	Samarqand viloyati.
7.	G'uzor	500	Qashqadaryo viloyati.

8.	Surxon	500	Surxandaryo viloyati.
9.	Ellik qal'a	500	Qaraqalpoq Respublikasi Ellik qal'a tumanida qurilishi rejalashtirilgan.
10.	Murun Tau	500	Navoiy viloyati Zarafshon tumanida qurilishi rejalashtirilgan.
11.	Tallimarjon	500	Qashqadaryo viloyati Nuriston shaharchasida qurilishi rejalashtirilgan
12.	Namangan	500	Namangan viloyati To'raqo'rg'on tumanida qurilishi rejalashtirilgan.

O'zbekiston Respublikasida mavjud 220 kV kuchlanishli podstansiyalar.

№	Podstansiyaning nomi	Kuchlanishi kV	Podstansiya joylashgan manzili
1.	G'uzor	500/220	Qashqadaryo viloyati
2.	Qarshi	220/110/35/6	Qashqadaryo viloyati
3.	Qarshi magistral kanali NS-1	220/6	Turkmaniston Respublikasi hududida
4.	Qarshi magistral kanali NS-2	220/6	Turkmaniston Respublikasi hududida
5.	Qarshi magistral kanali NS-3	220/6	Turkmaniston Respublikasi hududida
6.	Qarshi magistral kanali NS-4	220/6	Turkmaniston Respublikasi hududida
7.	Qarshi magistral kanali NS-5	220/6	Turkmaniston Respublikasi hududida
8.	Qarshi magistral kanali NS-6	220/6	Qashqadaryo viloyati
9.	Qarshi magistral kanali NS-7	220/6	Qashqadaryo viloyati
10.	SHurtan GKM	220/110/10	Qashqadaryo viloyati
11.	Pachkamar	220/110/10	Qashqadaryo viloyati
12.	Koson	220/110/10	Qashqadaryo viloyati
13.	Muborak-1	220/110/10	Qashqadaryo viloyati
14.	Muborak-2	220/110/10	Qashqadaryo viloyati
15.	Muborak IEM	220/110/10	Qashqadaryo viloyati
16.	Tallimarjon	220/35/6	Qashqadaryo viloyati
17.	Sintetik yoqilg'i i/ch majmui-1	220/110/10	Qashqadaryo viloyati
18.	Sintetik yoqilg'i i/ch majmui-2	220/110/10	Qashqadaryo viloyati
19.	Ko'kdumaloq	220/110/10	Qashqadaryo viloyati

20.	Qorovulbozor	220/110/10	Buxoro viloyati
21.	Buxoro	220/110/10	Buxoro viloyati
22.	Kuyi Mazar	220/110/10	Buxoro viloyati
23.	Qizil tepa	220/110/10	Buxoro viloyati
24.	Hamza-1 NS	220/6	Buxoro viloyati
25.	Hamza-2 NS	220/6	Buxoro viloyati
26.	Qizil	220/110/10	Buxoro viloyati
27.	Qandim	220/110/10	Buxoro viloyatida qurilish rejalashtirilgan
28.	Navoiy NS	220/6	Navoiy viloyati
29.	Navoiy sement zavod	220/110/10	Navoiy viloyati
30.	Navoiy	220/110/10	Navoiy viloyati
31.	Suvli	220/110/10	Navoiy viloyati
32.	Ximiya	220/110/10	Navoiy viloyati
33.	Tashxura	220/110/10	Navoiy viloyatida qurilish rejalashtirilgan
34.	M-1	220/110/10	Navoiy viloyati
35.	M-2	220/110/10	Navoiy viloyati
36.	M	220/110/10	Navoiy viloyati
37.	Karnaya	220/110/10	Navoiy viloyati
38.	Gornaya	220/110/10	Navoiy viloyati
39.	Feruz	220/110/10	Navoiy viloyati
40.	(0)	220/110/10	Navoiy viloyati
41.	Xorazm	220/110/10	Xorazm viloyati
42.	Xazarasp	220/110/10	Xorazm viloyati
43.	Qo'shko'pir	220/110/10	Xorazm viloyati
44.	Beruniy	220/110/10	Qorqalpog'iston respublikasi
45.	Karatau	220/110/10	Qorqalpog'iston respublikasi
46.	Qoraqalpog'iston	220/110/10	Qorqalpog'iston respublikasi
47.	Kattaqo'rg'on	220/110/10	Samarqand viloyati
48.	Ishtihon	220/110/10	Samarqand viloyati
49.	CHO'pon ota	220/110/10	Samarqand viloyati
50.	Samarqand	220/110/10	Samarqand viloyati
51.	Rudakiy	220/110/10	Samarqand viloyati
52.	Saribozor	220/110/10	Samarqand viloyati

53.	Zarbdor	220/110/10	Jizzax viloyati
54.	Jizzax	220/110/10	Jizzax viloyati
55.	Bobir	220/110/10	Jizzax viloyati
56.	Go‘zal-1	220/110/10	Jizzax viloyati
57.	Go‘zal-2	220/110/10	Jizzax viloyati
58.	DM-1 NS	220/6	Jizzax viloyati
59.	DM-2 NS	220/6	Jizzax viloyati
60.	Guliston	220/110/10	Sirdaryo viloyati
61.	Guzal-1	220/110/10	Sirdaryo viloyati
62.	Metallurgiya	220/110/10	Toshkent viloyati
63.	Kalsevaya	220/110/10	Toshkent viloyati
64.	Toshkent	220/110/10	Toshkent viloyati
65.	Aygultosh	220/110/10	Toshkent viloyati
66.	Adolat	220/110/10	Toshkent shaxar
67.	Kuyluk	220/110/10	Toshkent shaxar
68.	Fayzobod	220/110/10	Toshkent shaxar
69.	Qoraqiyasoy	220/110/10	Toshkent shaxar
70.	YUksak	220/110/10	Toshkent shaxar
71.	Ozodlik	220/110/10	Toshkent shaxar
72.	Keles	220/110/10	Toshkent shaxar
73.	Feruz	220/110/10	Toshkent shaxar
74.	Aeroport	220/110/10	Toshkent shaxrida qurilishi rejalashtirilgan
75.	O‘zgarish	220/110/10	Namangan viloyatida
76.	Obihayot	220/110/10	Namangan viloyatida
77.	ASHT	220/110/10	Namangan viloyatida
78.	Pavulgan	220/110/10	Namangan viloyatida
79.	Qizilravot	220/110/10	Namangan viloyatida
80.	Farg‘ona	220/110/10	Farg‘ona viloyati
81.	Sokin	220/110/10	Farg‘ona viloyati
82.	Quvasoy	220/110/10	Farg‘ona viloyati
83.	Sardor	220/110/10	Farg‘ona viloyati
84.	Alay	220/110/10	Farg‘ona viloyati
85.	O‘zbekiston	220/110/10	Farg‘ona viloyati
86.	Kristal	220/110/10	Andijon viloyati
87.	YUlduz	220/110/10	Andijon viloyati
88.	Turkiston	220/110/10	Andijon viloyati
89.	Xakent	220/110/10	Andijon viloyati

90.	Osh	220/110/10	Andijon viloyati
91.	Fozilmon	220/110/10	Andijon viloyati
92.	Oktyabr	220/110/10	Andijon viloyati
93.	Amuzang	220/110/10	Surxandaryo viloyati
94.	SHerobod	220/110/10	Surxandaryo viloyati
95.	Oqjar	220/110/10	Surxandaryo viloyati
96.	Gulcha	220/110/10	Surxandaryo viloyati
97.	Denov	220/110/10	Surxandaryo viloyati

ILOVA.

Birliklarga oʻnli old qoʻshimchalar.

1-jadval

№	Harfiy belgilanishi	Oʻqilishi	Son qiymati
1.	G	giga	10^9
2.	M	mega	10^6
3.	k	kilo	10^3
4.	g	gekto	10^2
5.	d	detsi	10^{-1}
6.	s	santi	10^{-2}
7.	m	milli	10^{-3}
8.	µk	mikro	10^{-6}
9.	n	nano	10^{-9}

10.	p	piko	10^{-12}
-----	---	------	------------

Ba'zi moddalarning dielektrik singdiruvchanligi.

2-jadval

№	Moddoning nomi	Son qiymati.
1.	Suv	81
2.	Moy (transformator moyi)	2,2
3.	SHisha	7
4.	Ebonit	3
5.	Parafin	2

O'tkazgichlarning ρ -solishtirma elektr qarshiligi va α -harorat ko'effitsienti.

3-jadval

№	Moddaning nomi	20 °S haroratdagi ρ -solishtirma qarshiligi ($nOmm$).	α -harorat ko'effitsienti ($^{\circ}S^{-1}$).
1.	Temir	98	$6,2 \cdot 10^{-3}$
2.	Mis	17	$4,2 \cdot 10^{-3}$
3.	Alyuminiy	26	$3,6 \cdot 10^{-3}$
4.	Grafit	$3,9 \cdot 10^3$	$0,8 \cdot 10^3$

Ba'zi doimiylar.

4-jadval

№	Kattaliklarning nomi	Harfiy belgilanishi.	Son qiymati.
1.	Elektr doimiysi	ε_0	$8,85 \cdot 10^{-12} \frac{F}{m}$
2.	Magnit doimiy	μ_0	$12,56 \cdot 10^{-7} \frac{Gn}{m}$
3.	Elementar (elektron) zaryadi	e	$-1,6 \cdot 10^{-19} Kl$

Ba'zi moddalarning zichligi.

(Normal sharoitlarda)

5-jadval

№	Qattiq modda	$\rho \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3}$	Suyuqlik	$\rho \cdot 10^3 \frac{kg}{m^3}$	Gaz	$\rho \cdot 10^{-3} \frac{kg}{m^3}$
1.	Volfram	19,3	Atseton	0,79	Azot	1,25
2.	Alyuminiy	2,7	Suv	1,00	Havo	1,29
3.	Temir	7,8	Glitserin	1,26	Kislrod	1,43
4.	Po'lat	7,8	Moy	0,90	Karbonat angidrid	1,98
5.	Mis	8,9	Kerosin	0,80	Geliy	0,18
6.	Nikel	8,8	Simob	13,6	Vodorod	0,09
7.	Qo'rg'oshin	11,3	Spirt	0,8		

Dunyoning ba'zi mamlakatlarida elektr energiya ishlab chiqarish,
mlrd.kVt soat. 6-Jadval.

Mamlakatlar	Yillar				
	1990	1995	2000	2005	2010
Kanada	482	560	595	635	693
AQSH	3197	3280	3572	3867	4112
Avstriya	50	52	57	62	69
Belgiya	70	74	76	81	87
Daniya	25	35	41	43	41
Finlandiya	54	67	80	86	94
Fransiya	420	474	526	528	552
Germaniya	549	510	534	550	573
Irlandiya	14	16	17	20	23
Italiya	216	232	285	354	405
Gollandiya	71	86	94	100	103
SHvetsiya	146	148	155	158	160
Angliya	319	336	382	411	499
Bolgariya	42	39	46	49	52
CHexiya	62	57	63	65	66
Vengrya	28	34	37	41	45
Polsha	136	142	165	187	214
Ruminiya	63	66	81	97	125
Rossiya	1082	940	1050	1160	1210
Ukraina	298	193	208	240	265
Isroil	20	26	35	46	56
Shveysariya	55	58	61	62	63
Turkiya	57	88	139	207	307
O'zbekiston	49	47	47	50	51

Izoh. O'zbekiston Respublikasida 2016 yilda ishlab chiqarilgan elektr energiya miqdori 59 mlrd.kVt soatni tashkil etgan.

Dunyo mamlakatlarida elektr energiya ishlab chiqarish energoresurs-larning turi va miqdoriga qarab quyidagicha amalga oshiriladi (7-jadval):

- Issiqlik elektr stansiyalarida- 63 %;
- Hidro elektr stansiyalarida -20 %,
- Atom elektr stansiyalarida –17 %,

Dunyodagi elektr stansiyalarning o'rnatilgan quvvati. 7-Jadval.

Elektr stansiya turlari	Yillar			
	1990	2000	2010	2020

	GVt	%	GVt	%	GVt	%	GVt	%
Gazli, issiqlik elektr stansiyalari	481,4	17,0	716,2	20,0	979,0	22,0	1635,0	30,2
Mazutli, issiqlik elektr stansiyalari	424,5	15,0	501,2	14,0	578,0	13,0	293,0	5,4
Ko‘mirli, issiqlik elektr stansiyalari	933,9	33,0	1146	32,0	1424,0	32,0	1928,0	35,6
GES va qaytalanuvchi energiya manbalar	650,6	23,0	823,4	23,0	1024,0	23,0	980,0	18,1
AES	339,6	12,0	393,6	11,0	445,0	10,0	580,0	10,7
Dunyo bo‘yicha:	2830	100	3580	100	4450	100	5416	100

IZOHLI LUG‘AT.

Akkumulyatorlar - (lotincha «accumulator -yig‘uvchi») keyinchalik foydalanish uchun energiya yig‘uvchi qurilma. Ko‘p marta foydalaniladigan galvanik elementlar.

Atom elektr stansiyasi- yadro reaksiyasi jarayonida ajralib chiqqan issiqlik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilmalar majmuasidan iborat sanoat korxonasidir.

Biogaz -qishloq xo‘jaligi va maishiy chiqindilardan olinadigan yoqilg‘i gaz.

Bioyoqilg‘i - fotosintez va xo‘jalik faoliyati (maishiy chiqindilar, dala ekinlari, yog‘ochlar, loyqa-balchiq cho‘kindilari) tufayli har yili qayta hosil bo‘ladigan-yangilanadigan yoqilg‘i.

Bug‘ qozoni - yoqilg‘i yoqqanda o‘choqda ajraladigan issiqlik xisobiga bosimi atmosfera bosimidan yuqori bug‘ olinadigan qurilma.

Bug‘ turbinasi - bug‘ning potensial energiyasini kinetik energiyaga, so‘ngra aylanuvchi valning mexanik ishiga aylantiruvchi turbina.

Vodorod - (lotincha «Hydrogenium-N») D.I Mendellevning element-lar davriy tizimidagi birinchi tartib raqamli ximik element, atomining massasi 1,00797 ga teng. Odatdagi sharoitda vodorod-gaz, rangsiz, hidsiz va ta‘msiz.

Vodorod energetikasi - vodorod yoqilg‘isini ajratib va undan foydalanish.

Galvanik element - elektroximik reaksiya hisobiga elektrsizlanish davrida elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi elektr toki manbai. Galvanik element tarkibiga, elektrlit suyuqligi orqali bir-biri bilan aloqada bo‘luvchi ikkita har xil elektrodlar (biri - oksidlanuvchi, ikkinchisi-tiklovchi) kiradi. Galvanik elementlarning ishlash prinsipi-metallarning elektrolit eritmasi bilan o‘zaro aloqasi natijasida yopiq zanjirda elektr tokining hosil bo‘lish jarayoniga asoslangan.

Geotermal elektr stansiya (GeoTES) - er tubidagi issiq manbalardan chiqayotgan issiqlik energiyasidan foydalanib, elektr energiyasi ishlab chiqarishda va issiqlik bilan ta'minlashda qo'llaniladigan jihozlar majmuasi.

Gidroagregat - gidravlik turbina va elektr generatori(gidrogena-tordan)dan tashkil topgan agregat.

Gidroakkumulyasiyalash elektrostansiyasi (GAES) - energotizimda iste'mol yuklanishining kamaygan davrida yuqori befga nasos agregatlari yordamida suv ko'tarib beradigan va iste'mol yuklanishi ko'paygan davrda yuqori befda to'plangan suvni turbina orqali tushirib elektr energiyasi ishlab chiqaradigan gidrostansiya.

Gidroresurslarning iqtisodiy potentsiali - gidroresurslarning elektr energiya ishlab chiqarish uchun foydalanish mumkin bo'lgan qismi.

Gidroelektr stansiyalar - suvning mexanik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilmalar majmuasidan iborat sanoat korxonasidir.

Gidroenergetika - elektr energiyasini olish uchun suv resurslarining mexanik energiyasidan foydalanshi bilan bog'liq energetika sohasi.

Degradatsiya - sekin-sekin yomonlashish, ijobiy sifatlarni pasayishi yoki butunlay yo'qolishi, inqrozga yuz tutish, aynish jarayonlari.

Detander-generator qurilmalari - magistral gaz o'tkazgich quvurlarning shoxobchasiga o'rnatilgan gaz taqsimlagich tarmoqlardagi gaz turbinali qurilmalar.

Yoqilg'i elementi- yoqilg'ining oksidlanish reaksiyasi energiyasini, to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantirib beruvchi elektroximik generator.

Yoqilg'ining yonish issiqligi- 1 kg yoqilg'i butunlay yonib bo'lganda, undan ajralib chiqadigan issiqlik miqdorini tavsiflovchi fizik kattalik.

Yoqilg'i-energetika resurslari - jamlangan energiyasidan texnik va texnologiyalar rivojlangan mavjud sharoitda xujalik foliyatida foydalaniladigan tabiiy qazilma, yokilg'i va ishlab chiqariladigan energiya tashuvchilar majmui.

Ikkalamchi energetik resurslar - ishlab chiqarish jarayonlari va issiqlik mashinalarida yoqilgan yoqilg'idan so'ng qolgan issiqlik. Undan elektr energiyasi ishlab chiqarishda va issiqlik bilan ta'minlashda foydalanish mumkin.

Issiqlik elektr stansiyasi – organik yoqilg'i yonganda ajraladigan issiqlik energiyasini o'zgartirish natijasida elektr energiyasini ishlab chiqaradigan korxona.

IES kondensatori - turbinadan chiqayotgan bug'ni sovitish va kondensatlash uchun qo'llaniladigan qurilma.

Kondensatsiya - quyulish, to'planish, zichlanish yoki gaz yoki bug'ning suyuq holatga o'tishi.

Korroziya - metallarni, metall qotishmalarini hamda metall buyumlarni atrof muhit bilan ximik yoki elektroximik o'zaro ta'siri ostida emirilishi.

Quyosh batareyasi-o‘zaro birlashtirilgan bir nechta fotoelementlar to‘plamidan iborat elektron qurilma.

Quyosh kollektori - quyosh nurlari energiyasini singdirish va uni issiqlik energiyasiga aylantirish qurilmasi.

Quyosh elektr stansiyalari – yorug‘lik energiyasini yarim o‘tkazgichli fotoelementlardan tuzilgan quyosh panellarida elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilmalar majmuasidan iborat sanoat korxonasidir.

Quyosh energiyasi konsentratori - quyosh nurlari oqimining zichligini oshirish uchun nurlarni aks ettirish va yo‘nalishini o‘zgartirishga asoslangan optik moslama.

Magnitogidrodinamik elektr stansiyalari- yuqori haroratlarda qizdirilishi natijasida ionlashgan gazning ionlarini magnit maydoni orqali harakatlanishi energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilmalar majmuasidan iborat sanoat korxonasidir.

Noan’aviy qayta tiklanadigan energiya manbalari - gidroenergiya va o‘simlik biomassasini bevosita yokish natijasida olinadigan energiyadan tashqari barcha turdagi qayta tiklanadigan energiya.

Nur-bu yorug‘lik tarqaladigan to‘g‘ri chiziqdır.

Piroliz-organik birikmalarni yuqori temperatura ostida boshqa narsaga aylanishi.

Sath ko‘tarilishi va tushishi elektr stansiyasi - dengizlardagi suv sathi ko‘tarilishi va tushishi energiyasini elektr energiyasiga aylantiruvchi elektr stansiyasi.

Sintetik yoqilg‘i - qattiq qo‘ng‘ir ko‘mirdan, slanlardan va dala ekinlaridan olinadigan suyuq yoki gaz shaklidagi yoqilg‘i.

Tabiiy yorug‘lik-yorug‘likning tarqalish yo‘nalishiga tik bo‘lgan barcha yo‘nalishlar bo‘yicha tebranishlarga ega bo‘lgan yorug‘lik to‘lqini.

Termoelektrik generatorlar (TEG)- deb issiqlik energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantirib beradigan qurilmalarga aytiladi.

Tiklanadigan energiya zaxiralari - tabiat tamonidan bevosita tiklanadigan (suv, shamol va hakozo) energiya zahiraları.

Tiklanmaydigan energiya zaxiralari - avvaldan tabiatda to‘plangan, ammmo yangi geologik sharoitlarda qayta hosil bo‘lmaydigan (masalan; toshko‘mir, neft kabi) energiya zahiraları.

Transformator - elektr tarmoqning uskunalaridan biri bo‘lib, uch fazali o‘tkazuvchan tokni bir kuchlanishi uch fazali kuchlanishini o‘zgartiruvchi elektromagnitaviy apparatdir.

Utilizatsiya qiluvchi qozonlar - o‘z o‘txonasi bo‘lmagan hamda sanoat yoki energetik qurilmalardan o‘tayotgan gazlar bilan isitiladigan bug‘ qozonlari.

Fotoelektr effekti (fotoeffekt)-yarim o'tkazgichga tushgan yorug'lik energiyasi hisobiga bog'lanishlar uzilib, erkin elektronlar va teshiklar hosil bo'lishi tufayli elektr o'tkazuvchanlikning ortishi hodisasi.

Fotoelektron o'zgartirgich - Fotoeffekt asosida, nur-yorug'lik energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilma, ya'ni elektronlarni yorug'lik kvantlari bilan haydab chiqarish. Quyosh elektrostansiyalarida qo'llanadi.

Shamol agregati - shamol dvigateli (parrakli g'ildirak) va elektr generatorini o'z tarkibiga olgan shamol agregati.

Shamol dvigateli - shamol energiyasini mexanik energiyaga aylantirib beruvchi parrakli dvigatel. Elektr generatori bilan birgalikda, shamol agregati tarkibiga kiradi.

Shamol elektr stansiyalari - shamolning birlamchi mexanik energiyasini maxsus qurilmalar yordamida elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilmalar majmuasidan iborat sanoat korxonasidir.

Shartli yoqilg'i - turli organik yoqilg'ilarni taqqoslash va ular yig'indisini xisoblash uchun ishlatiladigan tushuncha; shartli yoqilg'i birligi sifatida yonish issiqligi 29,3 MJ (7000 Kkal) bo'lgan 1 kg yoqilg'i qabul qilinadi.

Podstansiyalar - elektr qurilmalar to'plami bo'lib, unda elektr energiyaning kuchlanishi, tokning turi - o'zgarmas yoki o'zgaruvchan, chastotasi bo'yicha o'zgartirilib, iste'molchi fiderlarlariga bo'lib taqsimlanadi.

Elektr stansiya - bu birlamchi energiyaning elektr energiyasiga aylantirib beruvchi qurilmalar majmuasidan iborat sanoat korxonasidir.

Energetika tizimi - bir biriga ulangan va energiyasi xamda issiqlikni uzluksiz ishlab chiqarish, o'zgartirish va taqsimlashda umumiy rejimini boshqarishda biri biri bilan bog'liq bo'lgan elektr stansiyalar, elektr va issiqlik tarmoqlari majmui.

Energetika - energetika resurslari, turli xil energiyasini ishlab chiqarish, etkazib berish, qayta o'zgartirish, jamg'arish, taqsimlash va iste'mol qilishni o'z ichiga oluvchi iqtisodiyot, fan va texnik tarmog'i.

Energiya - materiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanishining miqdoriy tavsifi sifatida baxolanadi.

Energiya zahiralari- insoniyat amaliyotida foydalanish uchun yaroqli material ob'ektlarida mujassamlangan energiya.

Yarim o'tkazgichli fotoelement-yorug'lik fotonlarining energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi elektron qurilma.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Веников В.А., Путятин Б.В. Введение в специальности. Москва. 1988 г.
2. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. Ташкент, 2007 г.
3. Мажидов Т.Ш. Ноанъанавий ва қайта тикланувчи энергия манбалари. Дарслик. Тошкент, 2014 й.
4. Мухаммадиев М.М. Гидротурбиналар. Тошкент, 2006.
5. Проценко А.Н. Энергия будущего. Москва, 1980 г.
6. Alimbaev A.U. Sanoat issiqlik elektr stansiyalari, Toshkent, 2000 y.
7. Государственно-акционерная компания “Uzbekenergo”, Ташкент, 2006 г.
8. Qodirov T.M. «Sanoat korxonalarining elektr ta’minoti», Toshkent, 2000 y.
9. Karimov A.S., Mirxaydarov M.M.. Elektrotexnika va elektronika asoslari (masalalar to‘plami va laboratoriya ishlari). Toshkent, 1989 y.
10. WWW. Google. ru

11. Manba: Крапин И.П., Кудинов Ю.С. Угол сегодня, завтра (технология, экология, экономика). М., 2001, с. 23.
12. Manba: Бобилев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования. М., 2004.с.219.
13. Улыбин С.А. Тогоносители энергетических ядерных установок. 1982 г.
14. Мухаммадиев М.М., Потаенко К.Д. Возобновляемые источники энергии. Учебное пособие, Ташкент, 2005.

Mundarija.

	Soʻz boshi.....	3
	«Yoʻnalishga kirish» fanidan masalalarni yechishga	4
	doir koʻrsatmalar.....	
1-Mavzu.	Elektr texnikaning asosiy qonunlarini oʻrganish.....	5
2-Mavzu.	Joul-Lens qonuniga doir masalalar yechish.....	12
3-Mavzu.	Qarshiliklarni ketma-ket, parallel va aralash ulash usullari.....	16
4-Mavzu.	Oddiy elektr zanjirlarni hisoblash.....	22
5-Mavzu.	Ekvivalent qarshiligini aniqlash boʻyicha masalalar yechish.....	28
6-Mavzu.	Kirxgof qonunlariga doir masalalar yechish.....	31
7-Mavzu.	Elektromagnit induksiya hodisasiga oid masalalar yechish.....	37

8-Mavzu.	Texnika taraqqiyotida energetikaning oʻrni.....	41
9-Mavzu.	Elektr energiya manbalari va ularning zahiraları.....	48
10-Mavzu.	Gidro va muqobil energiya manbalarining zahiraları.....	51
11-Mavzu.	Elektr energetikasi tizimining asosiy elementlari.....	57
12-Mavzu.	Elektr stantsiyalarining ishlash prinsiplari.....	55
13-Mavzu.	Elektr energiyasini iqtisodiy tuzilmalarda qoʻllash sohalari.....	72
14-Mavzu.	Elektr oʻtkazgichlar, ularning fizik xossalari.....	74
15-Mavzu.	Elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatish.....	77
16- Mavzu.	Energetikaning atrof-muhitga taʼsiri.....	81
17-Mavzu.	Energetika fakulteti binosida mavjud laboratoriya bazalari bilan tanishish.....	86
18-Mavzu.	Oʻzbekistonda mavjud elektr stansiyalar va podstansiyalar.....	88
	Ilova	93
	Foydalanilgan asosiy adabiyotlar	100

