



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ  
XO'JALIGINI MEXANIZATSIYALASH  
MUHANDISLARI INSTITUTI



**FAN:** •Elektrotexnologiya

MAVZU

## Қаршилик воситасида қизитиш усуллари



Eshpulatov Nodir  
Mamatqurbonovich



Elektrotexnologiyalar va  
elektr jihozlaridan  
foydalanish kafedrası  
dotsenti



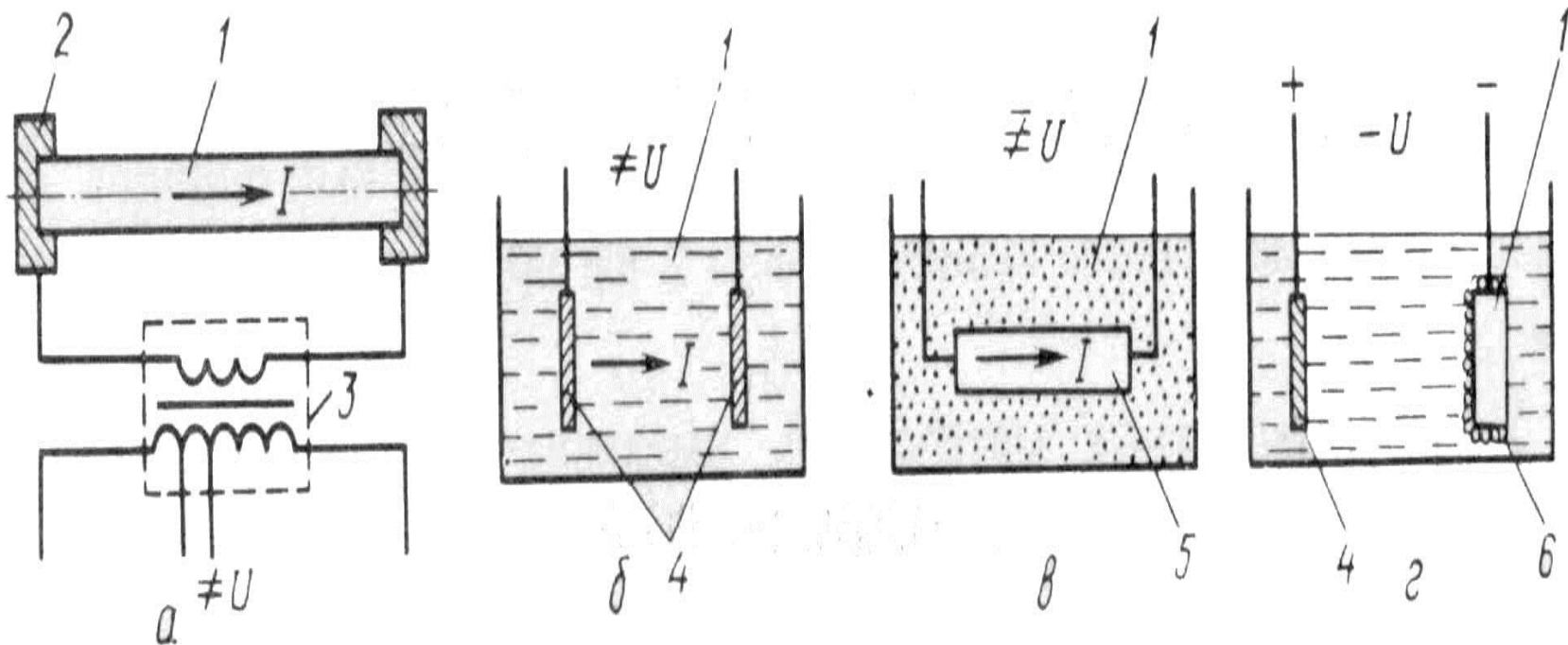
## **Режа:**

1. Электродли қизитишнинг қўлланиш сохаси.
2. Электрод системалари ва уларнинг параметрлари.
3. Электрод системаларини ҳисоблаш.

**Қаршилик воситасида қизитиш** - электр энергиясини иссиқликка айлантиришнинг анчагина оддий усули бўлиб, кўплаб ўрта ва паст ҳароратли жараёнлар, шунингдек баъзи бир юқори ҳароратли жараёнларни иссиқликка бўлган талабини қондиришга хизмат қилади. Бу усул электр қизитишнинг анчагина самарали усули ҳисобланади. Шунинг учун бу усул халқ хўжалигининг кўплаб тармоқларида ва маиший ҳаётда кенг тарқалган. қаршилик воситасида қизитиш қуйидаги сохаларда қўлланилади: паст ҳароратли қизитиш -  $T_{қизиш} < 673...873$  К (ҳавони, сувни қизитиш ва қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қуритиш), юқори ҳароратли қизитиш -  $T_{қизиш} < 1473...1523$  К (металларни тоблаш, иссиқлик билан ишлов беришда).

Қаршилик воситасида бевосита қизитиш қуйидаги турларга бўлинади:

1. электр контактли қизитиш-метал жисмларни- биринчи тур ўтказгичларни бевосита қизитиш;
2. электродли қизитиш-электр ўтказувчи мухитлар-ионли ўтказувчанликка эга бўлган иккинчи тур ўтказгичларини (сув, сут, тупроқ ва хоказолар) бевосита қизитиш.



**Қаршилик воситасида электр қизитиш схемалари**  
 а-электр контактли; б-электродли; в-билвосита  
 (элементли); г-электролитда қизитиш; 1-  
 қиздириладиган жисм; 2- қисқичлар; 3-қиздириш  
 трансформатори; 4-электродлар; 5-электр  
 қизитгичнинг қаршилик элементи; 6-газ пуфаклари

Қизитиш ўтказгични (ўтказгич мухитни) электр занжирига улаш ва ундан электр токи ўтиши ҳисобига амалга ошади. Агар  $R$  электр қаршилигига эга бўлган ўтказгичга  $U$  кучланиш берилса манбадан истеъмол қилинадиган қувват қуйидагича ифода этилади

$$P = U^2 / R = I^2 R,$$

ўтказгичда  $\tau$  вақт давомида ажраладиган иссиқлик миқдори Жоуль-Ленц қонунига асосан қуйидаги формула билан аниқланади

$$Q = U^2 \tau / R = I^2 R \tau$$

Келтирилган ифодалардан кўринадикки, қизитиш жараёнини белгилаб берувчи асосий омил қиздириладиган жисмларнинг (бевосита қизитиш ускуналарида) ёки қиздиргич элементларнинг (билвосита қизитиш ускуналарида) электр қаршилигидир.

Электродли қизитиш усули иккинчи тур ўтказгичлари: сув, сут, мевалар шарбати, нам озуқалар, тупроқ ва бетонни қизитиш учун қўлланилади. Материал электродлар ўртасига жойлаштирилади ва материал бўйлаб бир электроддан иккинчисига қараб оқадиган электр токи ҳисобига қиздирилади. Худди электр контактли қиздириш каби, бунда ҳам бевосита қизитиш амалга оширалади материал ўзидан электр токи ўтиши ҳисобига қизийдиган мухит бўлиб хизмат қилади. Электродли қизитиш махсус электр таъминоти манбалари ёки қиммат қотишмалардан иборат қизитгичларсиз амалга оширилиши мумкин бўлган қизитишнинг анчагина оддий ва самарали усули ҳисобланади.

Электродлар қиздириладиган мухитга электр токи етказиб бериб ўзлари ток ҳисобига қизимайди ва дефицит бўлмаган материаллар, кўпинча металлар, баъзан нометалл материаллардан (графит, кўмир) тайёрланиши мумкин. Электролиз ходисасининг олдини олиш учун электродли қиздиришда фақат ўзгарувчан токдан фойдаланилади. қишлоқ хўжалигида электродли қизитиш, электродли сув қизитгичлар, сув қайнатгич ва буғ қозонларида, шунингдек суюқ ва нам мухитларни пастеризациялаш, озуқаларга иссиқлик ишлови беришда кенг қўлланилади.



**Электрод системаси- ўзаро** ва таъминловчи тармоқ билан маълум шаклда боғланган, қизитиладиган мухитга электр токини етказиб берувчи электродлар бирлигидир. қуйидагилар электрод системасининг параметрлари ҳисобланадир: фазалар сони, шакли, ўлчамлари, электродлар сони ва материали, улар орасидаги масофа, электр уланиш схемаси (“юлдуз”, “учбурчак”, аралаш уланиш ва хоказо).

Электрод системалари ҳисобланганда қизитиладиган мухитда ҳосил бўлиши зарур бўлган қувватни ва нономал режимлар олдини олиш мумкинлигини таъминлайдиган геометрик ўлчамлар аниқланади.

Уч фазали электродлар системаси “юлдуз” ва “учбурчак” шаклда улангандаги қуввати

$$P_{\gamma} = U_l^2 / R_{\phi} = 3U_{\phi} / R_{\phi}$$

$$P_{\Delta} = 3U_l^2 / R_{\phi}$$

формулалар ёрдамида аниқланади.

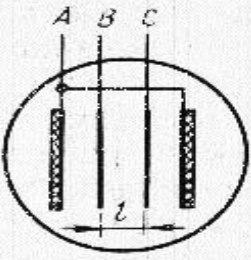
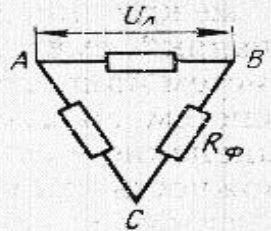
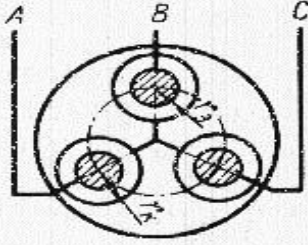
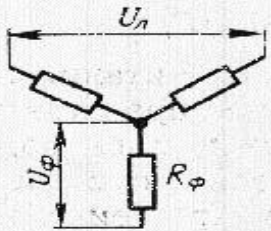
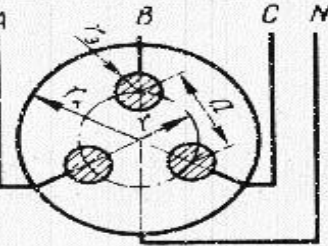
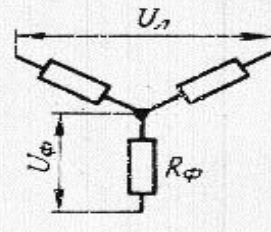
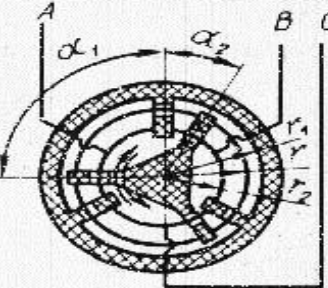
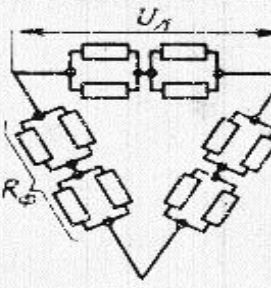
Таъминлаш кучланиши  $U_{\text{л}}$  берилганда, қувват  $P$  фаза ҳосил қилувчи электродлар орасида фаза қаршилигини ҳосил қилувчи қизиш жисми қаршилиги фаза қаршилиги  $R_{\phi}$  асосида аниқланади. Қизиш жисмининг конструкцияси ва ўлчамлари, электродлар шакли, ўлчамлари ва улар орасидаги масофага боғлиқ бўлади. Хар бирининг кенглиги  $b$ , баландлиги  $h$  ва улар орасидаги масофа  $l$  бўлган текис электродли электродлар системаси учун

$$R_{\phi} = \rho l / S = \rho l / (bh)$$

Мураккаб электродлар системаси учун  $R_{\phi}$  боғлиқликни геометрик параметрлар орқали ифодалаш осон эмас. Умумий ҳолатда қуйидагича ифодалаш мумкин

$$R_{\phi} = c\rho,$$

бунда  $c$  - электрод системасининг параметрлари орқали аниқланадиган коэффициент.

Номер	Схема		Фазное сопротивление аппарата
	конструкции аппарата	эквивалентная электрическая	
1			$R_{\phi} = \rho_l \frac{l}{bh}$ <p><math>b</math> - ширина электрода</p>
2			$R_{\phi} = \frac{\rho_l}{2\pi h} \ln \frac{r_k}{r_s}$ <p>Оптимальное соотношение размеров <math>r_s = 0,368 r_k</math></p>
3			$R_{\phi} = \frac{\rho_l}{4\pi h} \ln \left[ \frac{3r^2(r_k^2 - r^2)^3}{r_s^2(r_k^6 - r^6)} \right]$ <p>Оптимальное соотношение размеров <math>r = 0,51 r_k</math>; <math>r_s = 0,21 r_k</math></p>
4			$R_{\phi} = \frac{360\rho_l}{2\pi h} \left( \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2} + \frac{k_3 k_4}{k_3 + k_4} \right)$ $k_1 = \frac{1}{\alpha_1} \ln \frac{r_1}{r} ; k_2 = \frac{1}{\alpha_2} \ln \frac{r}{r_2} ;$ $k_3 = \frac{1}{\alpha_2} \ln \frac{r_1}{r} ; k_4 = \frac{1}{\alpha_2} \ln \frac{r}{r_2}$ <p><math>\alpha_1, \alpha_2</math> - углы поворота (в градусах) регулирующих электродов относительно фазных</p>

## Электродлар системасининг баъзи турлари

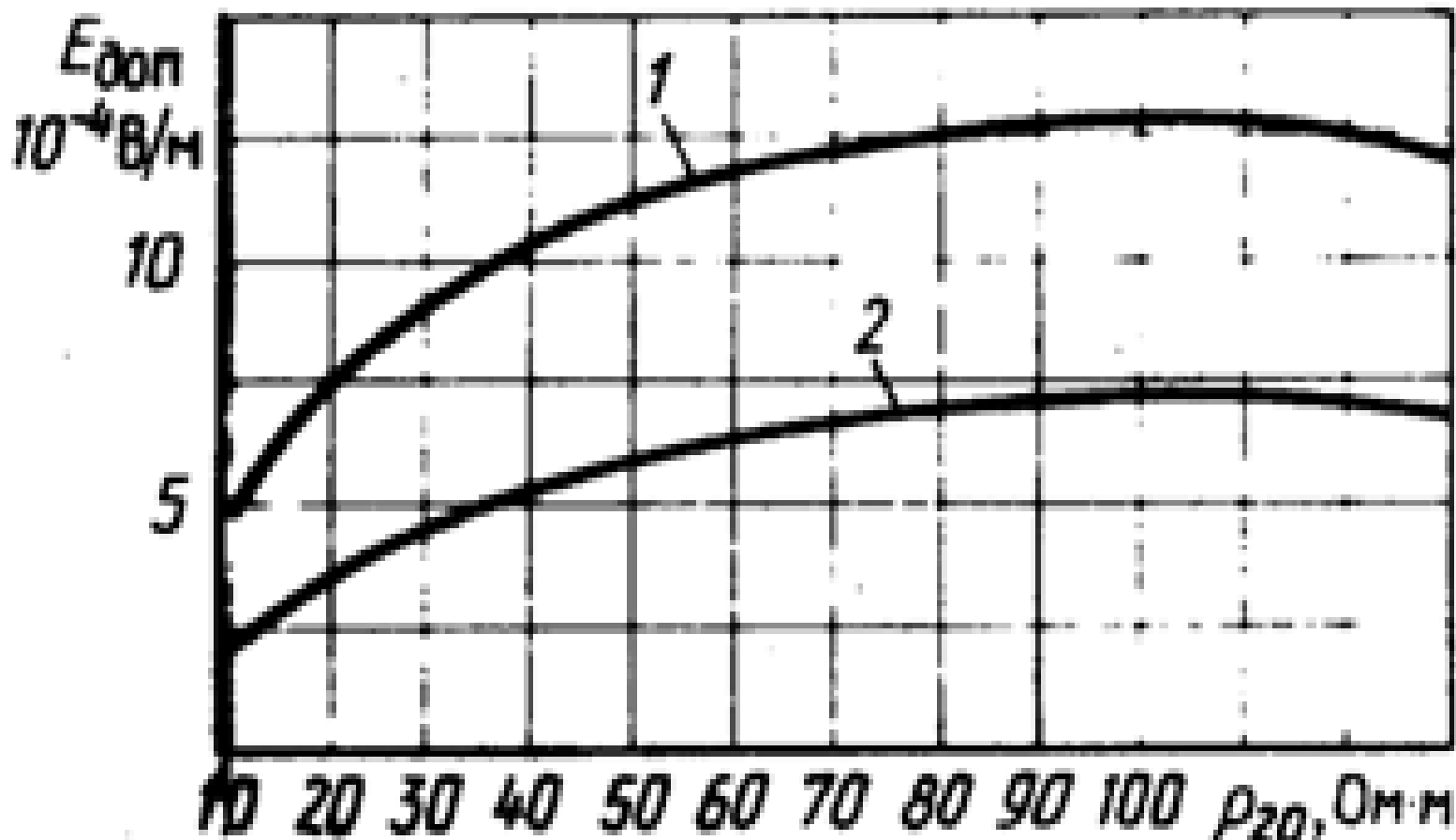
Одатда қизиш зонасидаги электр майдони кўп ўлчовли ва анча мураккаб. Электр майдонини нисбатан оддий кўринишда аналитик ифодалаш фақатгина мавжуд кўп ўлчовли майдонни икки ўлчовли текис параллел майдон кўринишида қанчалик катта хатоликларсиз ифодалаш мумкин бўлган чекланган ҳолатларидагина мумкин бўлади. Ушбу ҳолатда майдоннинг учинчи ўлчови (электродларнинг баландлиги ёки узунлиги) фақат қувватга боғлиқ бўлади ва с коэффициентдан келтириб чиқариш мумкин:

$$R_{\phi} = c\rho = k / (h\rho)$$

бунда  $k$ -электрод системасининг геометрик коэффициент.

Электродли сув қиздиргичларни лойихалаш ва эксплуатация қилиш тажрибаси асосида  $E_{рух}$  қиймати  $(125...250)10^2$  В/м ораликда қабул қилинади ва унинг максимал қиймати  $\rho_{20} \leq 200 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , максимал қиймати  $\rho_{20} \geq 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  га мос келади. Токнинг рухсат этилган қийматини электродлардаги электролиз натижасида сувнинг ифлосланиш, водород ва кислородга парчаланиб аралашмаси портловчи газ ҳосил қилиши мумкинлигидан келиб чиқиб танланади.





Электр майдони кучланганлигини рухсат этилган қийматлари:

1-сув қиздиргичлар учун;

2-буғ қозонлари учун.

Хар қандай уч фазали электрод системасининг қувватини қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин

$$P=3U^2h/(\rho k),$$

бунда  $U$ -системанинг фаза кучланиши.

Ушбу формуладан кўриниб турибдики, қувватни  $U$  ёки  $R$  нинг қийматини ўзгартириб ростлаш мумкин. Ўз навбатида  $R$  нинг қиймати  $\rho$ ,  $S$ ,  $l$  ёки  $\rho$ ,  $h$ ,  $k$  параметрларга боғлиқ. Кўпинча электродлар орасига диэлектрик экран киритиш билан электроднинг ишчи баландлиги  $h$ ни (электродлар актив юзаси  $S$ ни), (5.1-жадвал, 1, 2, 3 - схемалар) ёки электродлар системасининг геометрик коэффицентини ўзгартиришга ҳаракат қилинади.



Электродлар учун материаллар қизитиладиган мухитга нисбатан электр кимёвий нейтрал (инерт) бўлишлари керак. Электродларни алюминий ва рухланган пўлатдан тайёрлаш мумкин эмас. Электродлар учун титан, зангламайдиган пўлат, электротехник графит, графитланган пўлат кабилар маъқул материаллар ҳисобланади. Технологик мақсад ларда сувни қизитиш учун кўпинча оддий (қора) пўлатдан фойдаланилади. Бу сув истеъмол учун яроқсиз.

## ЭЛЕКТРОД СИСТЕМАЛАРИНИ ҲИСОБЛАШ

Ҳисоблаш учун дастлабки маълумот сифатида қизитиладиган материалнинг массаси -  $m$  ва қизитиш вақти -  $\tau$  (даврий ишлайдиган ускуналарда) ёки унумдорлик -  $m_t$  (тўхтовсиз ишлайдиган ускуналарда), иситишнинг бошланғич  $t_1$  ва охириги  $t_2$  ҳарорати, сувнинг солиштирма электр қаршилиги -  $\rho_{20}$ , манба кучланиши -  $U$  қабул қилинади. Электрод системасининг тури танланади.

1. Қизитиш учун керак бўладиган фойдали энергия:

$$\mathcal{E}_{\text{фой}} = P_{\text{урт}} \tau = \frac{mc(t_{\text{ох}} - t_{\text{бош}})}{\eta}, \text{ кДж, ,} \quad (1)$$

Бу ерда,  $P_{\text{урт}}$  — сув қиздиргичнинг қизитиш давридаги ўртача қуввати, кВт;

$\tau$  — қизиш вақти, сек;

$m$  — иситиладиган сув массаси, кг;

$c$  — сувнинг иссиқлик сиғими 4,19 кЖ/кг.<sup>0</sup>С

$t_{\text{ох}}, t_{\text{бош}}$  , —сувнинг охирги ва бошланғич харорати;

$\eta$  —сув қизитгичнинг фик 0,9–0,97.

2. Сувнинг исталган хароратдаги солиштира қаршилиги,

$$\rho_t = \frac{\rho_{20}}{1 + \alpha\theta}$$

Бу ерда,  $\rho_{20}$  - 20 °С да сувнинг солиштира қаршилиги, Ом м;

$\theta = t - 20$  — сув хароратининг 20 °С дан юқорига ортиши;

$\alpha = \frac{1}{t_{\text{бoш}} + 20}$  — сув ўтказувчанлигининг харорат коэффиценти.

Сув қизитгичнинг қиздириш жараёнидаги қувватининг ўзгариш чегаралари:

$$P_{\text{бoш}} = \frac{t_{\text{бoш}} + 20}{t_{\text{бoш}} + t_{\text{ox}} + 40} 2P_{\text{урт}}, \text{ Вт}$$

$$P_{\text{ox}} = \frac{t_{\text{ox}} + 20}{t_{\text{бoш}} + t_{\text{ox}} + 40} 2P_{\text{урт}}, \text{ Вт}$$

3. Электродлар системасини хисоблаш қизитишнинг охиридаги максимал кувват бўйича амалга оширилади.

Электродлар орасидаги масофа

$$l = \frac{U_{\phi}}{E_{\text{хак}}} ; \text{м}$$

Бу ерда,  $U_{\phi}$  — фаза кучланиши, В;

$E_{\text{хак}}$  — электродлар орасидаги хақиқий электр майдон кучланганлиги, В/м,

$$E_{\text{хак}} = j_{\text{рух}} \cdot \rho_{\text{ох}} \cdot 0,1, \text{В/м.}$$

Бу ерда,  $\rho_{\text{ох}}$  — қизиш охиридаги сувнинг солиштирма қаршилиги, Ом м;

$j_{\text{рух}}$  — электродлардаги рухсат этилган ток зичлиги, қуйидагича хисобланади:

$$j_{\text{рух}} = \frac{16 \cdot 10^3}{\sqrt{\rho_k}}, \text{А/м}^2$$

Сув иситгич бакининг диаметри электрод системасининг конструктив тузилишидан қабул қилинади:

$D > 6l$  — ясси электродли;

$D > 3l$  — юмалок электрод учун

4. Ясси «b» ёки юмалоқ «d» электродлар кенглиги қуйидагича топилади:

$$b \leq \frac{1}{3} D$$

$$d = (0,02 \dots 0,2) D.$$

5. Электродлар системасининг геометрик коэффиценти

$$k = \frac{(n-1)l}{b}$$

$$k = \frac{1}{2\pi} \lg \frac{D}{d}$$

n — ясси электродлар сони.

6. Электроднинг актив узунлиги

$$h = \frac{k\rho_k}{R_\phi}, \text{ м}$$

$$R_\phi = \frac{U^2}{\frac{1}{3} P_k}, \text{ Ом}$$

Бу ерда,  $R_\phi$  — бир фазадаги сув устунни қаршилиги;  $\rho_k$ ,  $P_{\text{ох}}$  — сувнинг солиштирма қаршилиги ва сув иситгичнинг қизиш охиридаги қуввати.

7. Хисобланган электродлар системаси электродлардаги рухсат этилган ток зичлиги ва электродлар орасидаги рухсат этилган электр майдон кучланганлиги текширилади:

$$j_{\max} = \frac{K_n I_k}{S} < j_{\text{рух}}, \text{ А/м}^2,$$

$$E_{\max} = \frac{U}{l} < E_{\text{рух}}, \text{ В/м.}$$

Бу ерда,  $S$  – электрод юзаси,  $S=bh$ ;

$$I_k = \frac{P_3}{\sqrt{3}U}, \text{ - қизиш охиридаги линия токи;}$$

$K_n = 1,1-1,4$ , - электрод юзасидаги ток зичлигининг бир хил эмаслик коэффициентлари.

$E_{\text{рух}}$  – рухсат этилган электр майдон кучланганлиги, 2 жадвалдан олинади

2 жадвал. — рухсат этилган электр майдон кучланганлиги

$\rho_k, \text{ Ом м}$	2,5	5	7	20
$E_{\text{рух}}, \text{ В/м}$	10000	25000	40000	80000

### **Асосий адабиётлар**

1. А. Раджабов., Муратов Х. М. Электротехнология. - Т.: Фан, 2001. 203 б
2. Багаев А.А., Багаев А.И. Куликова Л.В. Электротехнология: учебное пособие. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006 – 320 с.
3. Баранов Л.А., Захаров В.А. Светотехника и электротехнология. – М.: Колос, 2006. – 344 с.

### **Қўшимча адабиётлар**

1. Басов А.М, Быков В.Г, Лаптев А.В, Файн В.Б. Электротехнология. - М.: Агропромиздат. 1985.
2. Болотов А.Ф., Шепель А.Г. Электротехнологические установки. - М.: Высшая школа. 1988.
3. Живописцев Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение. М.: Агропромиздат 1990.
4. Карасенко В.А., Заяц Е.М., Баран А.Н., Корко В.С. Электротехнология. М.: Колос. 1992. – 265 с.



