

# **Маъруза: Диэлектрик ҚИЗИТИШ**

## **Режа:**

- 1. Диэлектрик қизитиш хусусиятлари ва қўлланиш сохалари.**
- 2. Диэлектрик қизитишнинг физик асослари.**
- 3. Ускуналарни танлаш.**
- 4. Индукцион ва диэлектрик қизитиш ускуналарини таъминлаш манбалари.**

Диэлектрик қизитиш ўтказгич эмас материаллар, шунингдек ярим ўтказгичлар ва II тур ўтказгичларини қизитишда қўлланилади. Қизиш юқори частотали электр майдонида ўзаро боғланган заррачаларнинг релаксацион қутбланиши ва тешикли ўтказиш токи оқиши хисобига амалга ошади.

Диэлектрикларда қутбланиш жараёнлари боғланган зарядларнинг харакати, яъни электр силжиш токи пайдо бўлиши билан боғлиқ бўлади. Силжиш токи зичлиги электр индукциясига вектори ўзгариши тезлиги билан аниқланади:

$$\vec{I} = \partial \vec{D} / d\tau$$

Моддий мухитларда электр зарядларининг хар қандай харакати каби силжиш токининг оқиши диэлектрикларнинг қизиши билан кечади.

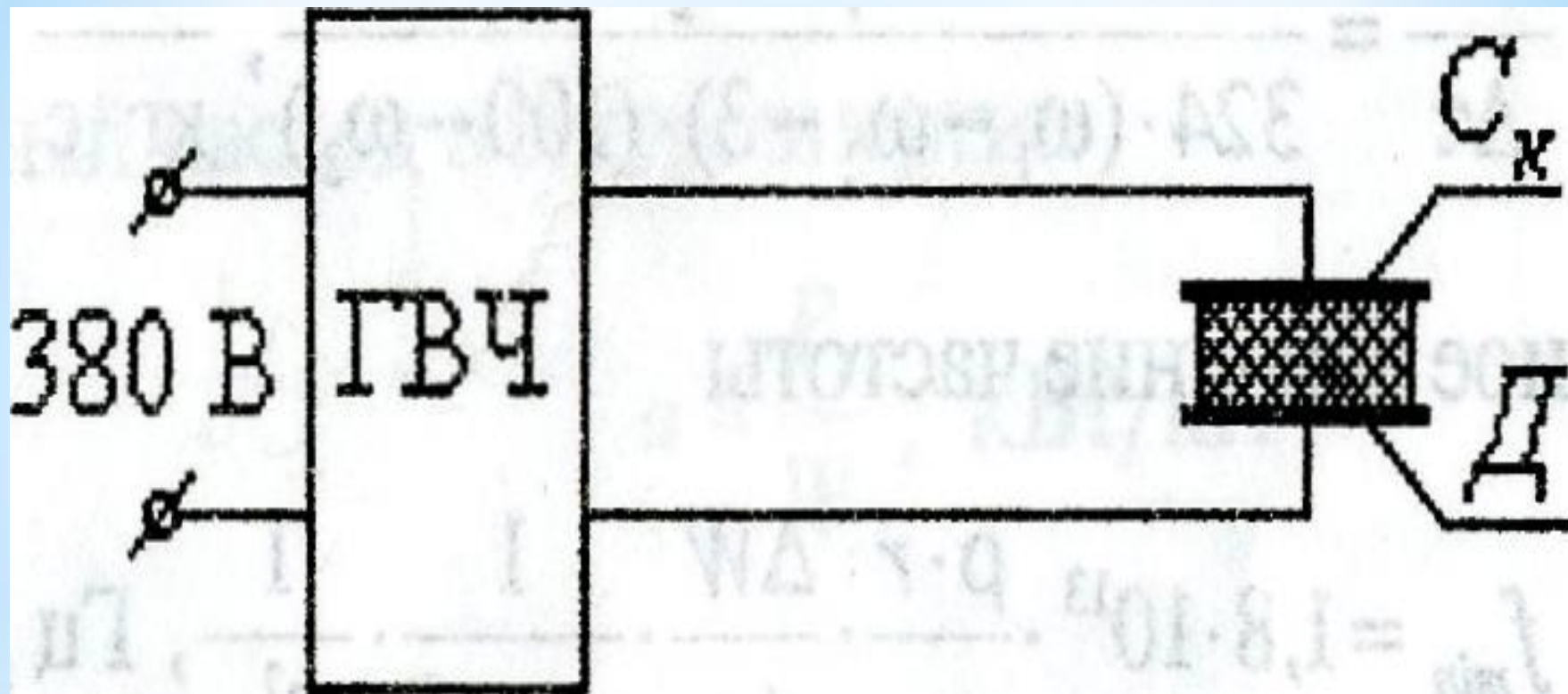
Диэлектрик қизитиш техникасида 5 МГц дан 5 ГГц гача частоталар қўлланилади. 5..300 МГц частоталарда лампали генератордан юқори частотали ва кучланишдан таъминладиган ишчи конденсаторнинг юқори частотали электр майдонида қизитилади Ўта юқори частотали (1...5 ГГц) тоқларда тўлқин таратгич ёки хажмий резонаторларда хосил қилинадиган электромагнит майдонида жойлашган материал қизитилади.

Диэлектрик қизитиш бевосита, материалнинг бутун ҳажми бўйлаб қизитишдир. Яъни, электрофизик хусусиятлари бир хил бўлган жисмнинг бутун танасида бир вақтда иссиқлик ажралади. Бу паст иссиқлик ўтказувчанлигига эга материалларни (дон, гўшт, сут, озуқалар, мевалар) қизитишда жуда қўл келади. Спектрал сезувчанлиги турлича бўлган мухитларда диэлектрик қизитиш ёрдамида мухитнинг алохида қисмларга танлаб (селектив) иссиқлик таъсири кўрсатиш мумкин. Электр майдонида қизитиш жараёнида диэлектрикда қувватни юқори концентрациясига эришилади, бу эса мавжуд жараёнларни ўзгартириш, тезлатиш, энергия сарфини камайтириш имкониятини яратади.

Диэлектрикларни юқори сифатли қизитишнинг асосий афзалликлари:

- 1) Юқори частотали токли қизитиш бевосита материалнинг ўзини қизитиш ҳисобланади;
- 2) Электр майдонида қизитиш жараёнида диэлектрикда қувватни юқори концентрациясига эришиш мумкин;
- 3) Юқори частотали қизитишда қизитиладиган мухитга бирлик ҳажмига юқори концентрациядаги қувват киритиши мумкин.

Диэлектрик қизитишнинг камчилиги ускунанинг анча қимматлиги, кўпгина ҳолларда анча юқори солиштирма электр энергия сарфининг мавжудлиги, юқори малакали хизмат кўрсатувчи ходимнинг кераклигидадир.



**Диэлектрик қизитиш ускунасининг принципал электр схемаси.**



Диэлектрикларда электр энергиясини иссиқликка айлантиришнинг миқдор қонуниятларини худди ўтказгичлардаги каби электромагнит майдон тенгламалари системасини ечиб ва Пойнтинг векторидан фойдаланиб аниқлаш мумкин. Бу ўринда биз силжиш токи ва модданинг комплекс диэлектрик сингдурувчанлигининг физик маъносига асосланган янгича ёндашувга асосланамиз.

Диэлектрикларда электронлар ва мусбат ионлар ўзаро атом ва молекулаларнинг ички кучлари орқали мустахкам боғланган ва электрни эркин ташувчилар амалда мавжуд эмас (диэлектрикларда электронлар концентрацияси ўтказгичларга нисбатан  $10^{15} \dots 10^{20}$  марта кам). Боғланган зарядлар ташқи электр майдони таъсирида ҳаракатлана олмайди, фақатгина майдон мавжуд бўлмаганда ҳосил бўладиган ўртача ҳолатга силжий олади. Силжиш молекулалар ички кучлари таъсир этмайдиган чегарадагина бўлади.

Атом ва молекулалар таркибига кирувчи мусбат зарядлар майдон куч чизиқлари йўналишида, манфийлари-тескари йўналишда силжийдилар. Янги мувозанат ҳолатга силжиган тескари ишорали зарядлар электр диполларини ҳосил қиладилар. Диэлектрик чегарасида боғлиқ зарядларнинг силжиши модданинг берилган ҳажмидаги электр моменти нолга тенг эмаслиги билан характерланадиган қутбланиш эффекти сифатида намоён бўлади.

Диэлектрикларнинг табиатига мос равишда электр диполларининг тури ва электр майдонида уларнинг силжиш характери билан фарқ қиладиган электронли, ионли, диполли, релаксацияли, қатламлараро, спонтан ва бошқа турдаги қутубланишлар ҳосил бўлади.



Ўзгарувчан электр майдонида частотага мос равишда диполлар узлуксиз қайта йўналтириладилар. Ўзгарувчан электр майдони таъсирида диэлектриклардаги боғлиқ зарядларнинг силжиши қутбланиш токи кўринишида намоён бўлади. Вакуумда силжиш токи ва қутбланиш токи биргаликда тўла силжиш токини ташкил этиб, унинг зичлиги қуйидаги формула ёрдамида аниқланади:

$$I_{\text{сил}} = \varepsilon_a \partial \bar{E} / \partial \tau = \varepsilon_0 \varepsilon \partial \bar{E} / \partial \tau$$

Электрон ва ионли қутбланишда боғлиқ зарядларнинг силжиши инерциясиз, мўрт, қўшни элементар заррачалар билан “ишқаланмасдан” амалга ошади ва диэлектрикда иссиқлик ажралмайди.  $I_{\text{сил}}$  токининг зичлиги вектори  $\bar{E}$  вектордан  $\pi/2$  бурчакка илгари бўлади. Бундай диэлектриклар идеал (исрофсиз) диэлектриклар деб аталади.

$$P_v = 0,555 \cdot 10^{-10} \varepsilon t g \delta f E^2$$

формуладан юқори частотали электр майдонида диэлектрик томонидан ютиладиган актив қувват фактори частота ва майдон кучланганлиги квадратига тўғри пропорционал эканлиги келиб чиқади.

Ўта юқори частоталарнинг қўлланилиши диэлектрик қизитиш жараёнларини анчагина интенсивлашга, технологик имкониятлари ва қўлланиш сохаларини кенгайтиришга имкон яратади. Кўпчилик ҳолатларда замонавий техник воситаларда амалга ошириладиган ўта юқори частотали қизитиш анчагина мустаҳкам ва самарали.

Ўта юқори частотали қизитиш интенсивлиги юқоридаги формула ёрдамида аниқланадиган солиштирма қувват  $P_v$  орқали белгиланади. Баъзи бир диэлектрикларнинг (ёғ, пластмасса, резина) исроф фактори  $\varepsilon \operatorname{tg}\delta$  анчагина кичик. Электр майдони кучланганлигини  $E$  ошириш имконияти диэлектрикларнинг электр мустаҳкамлиги билан чекланади. Чунки кўпчилик қишлоқ хўжалик ва озиқ-овқат материалларининг ўсимликлар, озуқалар ва хоказоларнинг намлиги катта бўлганлиги учун электр мустаҳкамлиги анчагина кичик. Бу ҳолатда солиштирма қувватни оширишнинг ягона имконияти частотани оширишдир.

## Оддий диэлектрик қизитишга нисбатан ўта юқори частотали қизиш қуйидаги хусусиятларга эга:

- электр майдонининг кучланганлиги пасайганда ҳам солиштирма қувват ва қизитиш интенсивлиги анчагина ошади;
- қизитиладиган материалнинг спектр сезувганлигидан яхши фойдаланилади, бу эса таркиби турлича мухитларни танлаб қизитишнинг янги имкониятларини очади.
- диэлектрикда тўлқиннинг сўниши оқибатида намоён бўладиган юза эффекти сезиларли даражада намоён Масалан, 2375 МГц частотада токнинг кириб бориш чуқурлиги ёғда 180 мм, мол гўштида 15 мм ва хоказо. Бу эса ўта юқори частотали қизитишни қўллаш сохаларини чеклаб қўяди. Яъни, қизитиладиган жисмлар қалинлиги токнинг кириб бориш чуқурлигидан  $\Delta = \lambda/k$  3...4 марта кичик бўлиши керак.

Индукцион ва диэлектрик қизитиш усулларининг умумийлиги шундаки, уларни бевосита қизитиш электромагнит майдонидаги материалда индукцияланадиган тоқлар ёрдамида амалга ошади. Лекин усуллар майдон параметрлари бўйича бир-биридан фарқ қилади: индукцион қизитишда юқори кучланганликдаги магнит майдонларидан фойдаланилади, паст кучланишда индуктордаги ток кучи ўн минглаб ампергача етади. Диэлектрик қизитиш учун юқори частоталарда материалда индукцияланадиган кичик электр силжиш тоқларида майдон кучланганлиги  $10^4 \dots 10^5$  В/м гача етадиган кучланганликдаги электр майдонларидан фойдаланилади.



Диэлектрик қизитиш ускуналари генераторнинг тебраниш қуввати  $P_{\text{ген}}$ , токининг частотаси  $f$ , материалдаги электр майдонининг рухсат этилган кучланганлиги  $E_{\text{рух}}$  бўйича танланади.

$E_{\text{рух}}$  нинг қиймати материални электр тешиб ўтмаслик шартидан келиб чиқиб белгиланади:

$$E_{\text{рух}} = E_{\text{мус}} / (1,5 \dots 2)$$

бунда  $E_{\text{мус}}$  - материалнинг электр мустаҳкамлиги.

Частота рухсат этилган минимал  $f_{\text{min}}$  ва максимал  $f_{\text{max}}$  қийматлар диапазоида танланди.  $f_{\text{min}}$  қиймат технологик шартларда белгиланган қизитиш  $\Delta t / \Delta r$  ёки қуритиш  $\Delta W / \Delta r$  тезлигини таъминлаш шартидан келиб чиқиб танланади. қизитишда жараённинг белгиланган тезлигини таъминлаш учун зарур солиштирма ҳажмий қувват қуйидаги формуладан аниқланади:

$$P_v = \frac{\gamma C}{\eta_T} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta \tau}$$

бунда  $\eta_T$  - ишчи конденсатордаги исрофни ҳисобга олувчи термик ФИК.



$$f_{\min} = \frac{1,8 \cdot 10^{10} \gamma c \Delta t}{E_{\delta \rightarrow, \varepsilon} \cdot \operatorname{tg} \delta \Delta r \eta_T}$$

Бунда  $\gamma$  ва  $\varepsilon$ -материалнинг зичлиги ва солиштирма иссиқлик сиғими.

Максимал частота ишчи тебраниш контурини резонансга мослаш шартидан келиб чиқиб, танланади:

$$f_{\max} = 1 / (2\pi \sqrt{L_{\min} C_{\min}})$$

бунда  $L_{\min}$  ва  $C_{\min}$  - тебраниш контурининг минимал мавжуд бўлиши мумкин бўлган индуктивлиги ва сиғими.

Генераторнинг тебраниш қуввати:

$$P_{\text{ген}} = P_v V / (\eta_T \eta_K \eta_L)$$

Манбадан истеъмол қилинадиган қувват:

$$P_{\text{ист}} = P_{\text{ген}} / \eta_{\text{ген}} = P_{\text{фой}} / (\eta_T \eta_K \eta_L \eta_{\text{ген}})$$

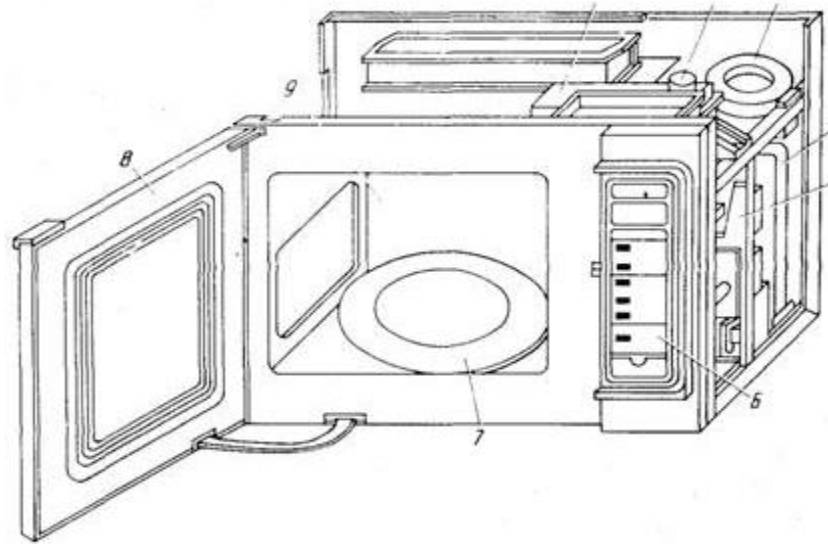
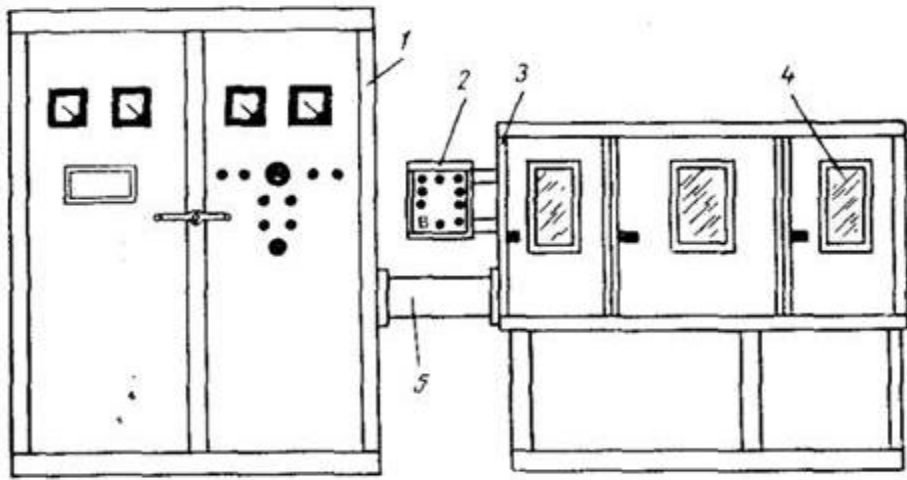
бунда  $\eta_{\text{ген}}, \eta_K, \eta_L$  - генераторнинг, тебраниш контури, генератор лампалари чиқишини контур билан уловчи линиянинг ФИК. Тақрибий қийматлар:  $\eta_{\text{ген}} = 0,65 \dots 0,75$ ;  $\eta_T = 0,80 \dots 0,90$ ;  $\eta_K = 0,65 \dots 0,70$ ;  $\eta_L = 0,90 \dots 0,95$ .

Таъминлаш манбалари талаб даражасидаги электр энергиясини ускуналар ишчи органларига (индукторлар, конденсаторлар ва хоказо) етказиб беради. Уларга трансформаторлар, тўғрилагичлар, инверторлар, частота генераторлари ва бошқа ўзгартиргич ускуналар, шунингдек тармоқ томонида ва ишчи органида электр энергияси параметрларини ростловчи қурилмалар киради.

Индукцион ва диэлектрик қизитиш ускуналари таъминлаш манбаларини классификацияловчи асосий хусусият-частотадир. Чунки турлича диапазондаги частотани олиш учун бир-биридан принципиал фарқ қилувчи усуллар қўлланилади. Энг оддий ҳолатда таъминлаш манбаи сифатида 50 Гц частотали тармоқдан фойдаланиш мумкин.

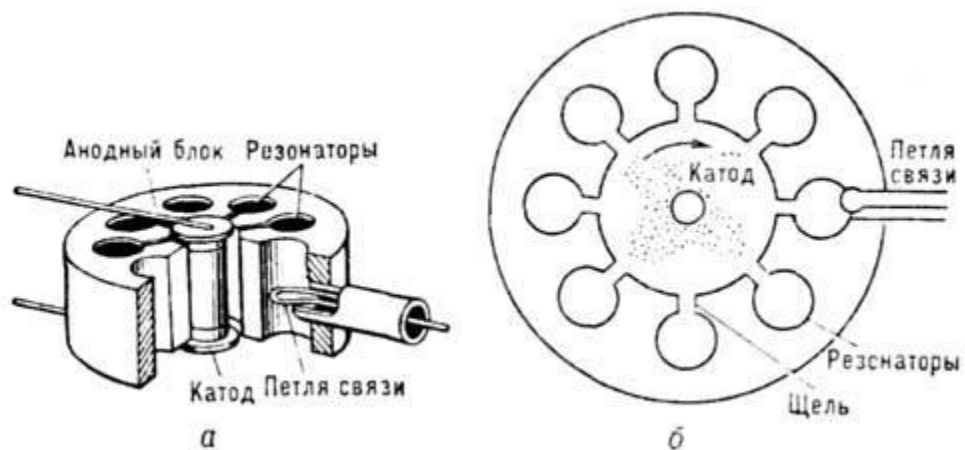
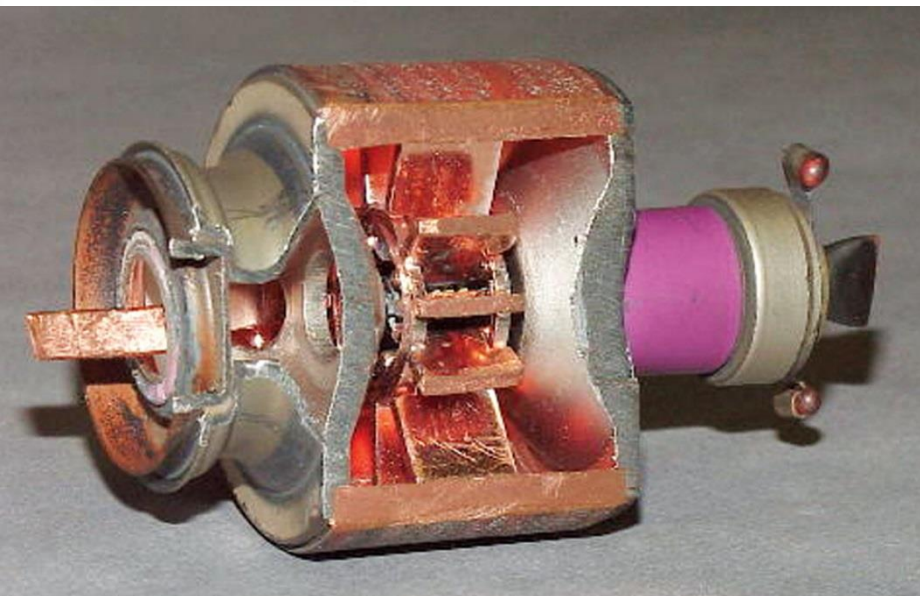
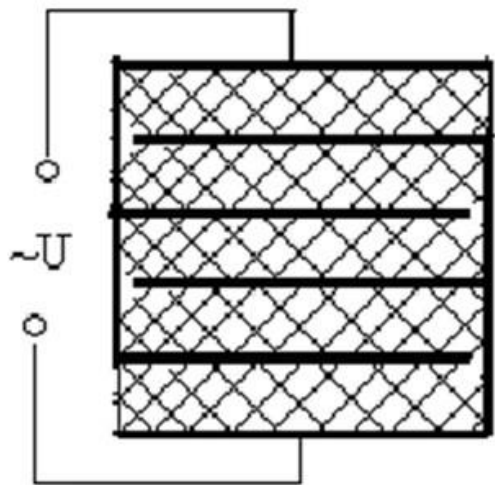
## Диэлектрик ва индукцион қизитиш ускуналарининг частоталар диапазони ва таъминлаш манбалари

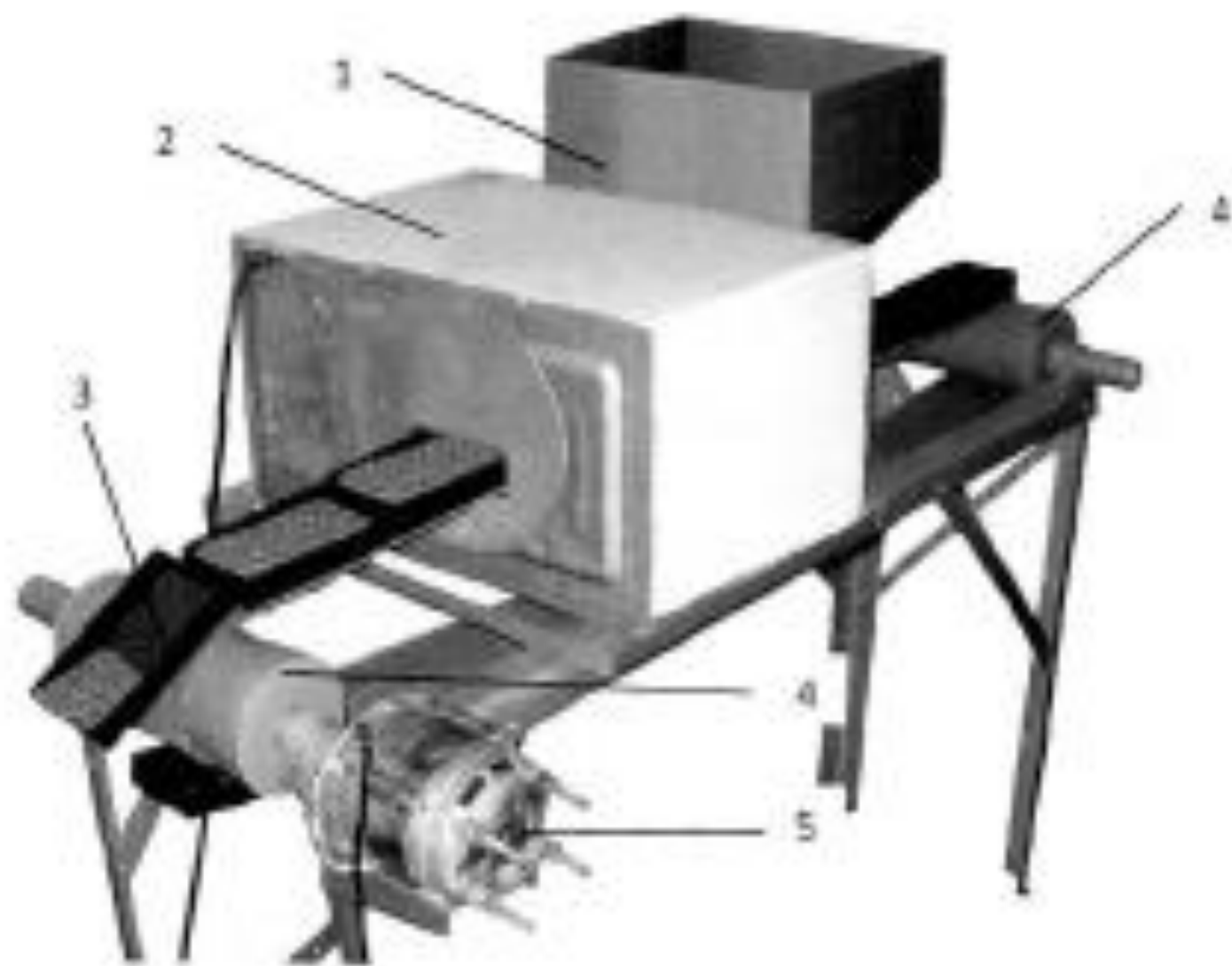
Частота	Частоталар диапазони	Электр қизитиш усули	Таъминлаш манбалари
Саноат	50 Гц	Саноат частотали индукцион қизитиш	Электр тармоғи 50 Гц
Ўрта (кучайтир илган)	500Гц-20кГц	Индукцион	Электр машинали ва тиристорли ўзгартиргичлар
Юқори	66кГц-5МГц 1-100 МГц	Индукцион Диэлектрик	Лампали генераторлар
Ўта юқори частота	100МГц дан юқори	Ўта юқори частотали қизитиш	Магнетронлар





# ДИЭЛЕКТРИК ҚИЗИТИШ







## 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.
4. Nicholas P. Cheremisinoff *Electrotechnology. industrial and environmental applications*. UK, 2015 year. Noyes Publications in Park River, N.J. 178 p.

## 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.



TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ  
XO'JALIGINI MEXANIZATSIYALASH  
MUHANDISLARI INSTITUTI



**E'TIBORINGIZ UCHUN RAHMAT!**



Eshpulatov Nodir  
Mamatqurbonovich



Elektrotexnologiyalar va elektr  
jihozlaridan foydalanish  
kafedrası assistenti



+ 998 71 237 19 68



nodir\_1885@mail.ru



@nodir1885