

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ**  
**ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**Наманган муҳандислик-педагогика  
институти**

**Электрэнергетика кафедраси**

**Джурабаев М.**

**ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯ ВА УНИНГ ҚУРИЛМАЛАРИ**  
**(муаммоли маърузалар курси)**

**Наманган – 2003**

**Электротехнология ва унинг қурилмалари** фанидан маърузалар курси Ўзбекистон Республикасининг Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг «Касб таълими давлат стандарти»га биноан «Электрэнергетика» таълим йўналишининг бакалаврлар тайерлаш учун тузилган ўқув режа ва дастур асосида 60 соатга мўлжаллаб тузилган.

Муаллиф            т.ф.д., доцент М. Джурабаев

Тақризчи            т.ф.д., проф. +. Гафуров

Маърузалар курси «Электрэнергетика» кафедрасининг 2003 йил            йиғилишида муҳокама қилинган ва институт илмий-методик кенгашига кўриб чиқиб, тасдиқлаш учун тавсия қилинган, баеннома № .

Маърузалар курси институт илмий-методик кенгашининг 2003 йил            йиғилишида кўриб чиқилган ва фойдаланиш учун тавсия қилинган, баеннома № .

Маърузалар курси институт илмий кенгашининг 2003 йил 30.12.03 даги № 125 сонли қарори билан чоп этишга рухсат берилган.

## **Мавзу: Кириш. Электротехнологик жараёнларни қўллаш сохалари.**

### **Маъруза 1.**

*Кириш.* Ҳозирги вақтда принципиал янги прогрессив технологиялар қаторига электрон нурли, плазмали, импульсли, биологик мембранали, кимевий ва бошқа технологиялар киради. Улар меҳнат унумдорлигини оширишга, ресурслардан фойдаланиш эффективлигини оширишга, ишлаб чиқаришда энергия ва материалларни сарфланишини камайтиришга имкон беради. Электр технологиялар ҳам шу прогрессив технологиялар қаторига киради. Электротехнология тушунчасида электр токи, электр еки магнит майдонни тўғридан-тўғри ишлатилиши кўзда тутилади, яъни уларни энергиясини технологик объектга тўппа-тўғри келтирилиб, уни иш зонасида энергияни бошқа турларига айлантдирилади (иссиқликка, кимевий, механик энергияга ва бошқаларга). Бу жараён берилган технологик вазифани бажаришни таъминлайди. Электротехнология халқ хўжалигини деярли ҳамма соҳаларида илмий-техника тараққиятини белгилайди. Электротехнологик усуллари қўллаш кўп ҳолларда меҳнат унумдорлигини оширишга, маҳсулотни сифатини яхшилашга, буюмларни ишончлилигини оширишга, меҳнат сарфларини камайтиришга, ишчи жараёнларни автоматлаштиришга, олдиндан белгилаб олинган хусусиятларга эга янги материаллар ва маҳсулотларни олишга, технологик жараёнларни жадаллашга, меҳнат ва материалларни яхшилашга ва ишлаб чиқаришни атроф муҳитга зиёнли таъсирини камайтиришга олиб келади.

Электротехнологияни 1800 йилда Вольта деган олим электр кимё генераторлари яратишидан бошласа бўлади. Бу билан электр токини иссиқлик ва магнитавий таъсири топилган. Шу йилни ўзида Англияликлар сувни электролиз қилишди ва хоказо. Масалан академик Петров 1802 йилда 1700 вольтлик ва қуввати 85 ватт бўлган батарея ясаб, электр ёйи ходисини топди ва уни металлларни эритишга, электр билан ёритиш ва металлларни оксидлардан тиклаш учун ишлатиш мумкинлигини

асослади. Кейин электроосмос, ишқорий металлларни олишни электролитик услуги, галванопластинка, галваностегия ходисалари кашф этилди, электрокимё манбалар кашф этилганлиги электротермия ва электрокимё дейиладиган электротехнологияни сохаларини пайдо бўлишига олиб келади. Электротехникани тез ривожланиши ва етарли арзон электр энергияни ишлаб чиқилиши энергияни кўп истеъмол қиладиган электротехник жараёнларни ривожланишига олиб келади. Булар алюминий ишлаб чиқиш (натижада алюминий қимматбаҳо материал бўлмай қолади), карборунд ва кальций карбитини ишлаб чиқиши ва юқори сифатли пўлатларни ишлаб чиқилишидир. 19 асрни 60 йилларида электросварка кашф этилган, аммо бу амалда яна 20 йилдан кейин ишлатила бошлади. 19 аср охирида электрометаллургия, яъни металлларни рудадан электр ёй печларида олиш, мис ва цинкни саноат масштабларида олиш, юқори частотали токни ишлов берилаётган материалларни ўзида иссиқлик чиқариш учун ишлатиш бошланган.

Кўп электротехнологик жараёнлар энергияни кўп сарфлайди (жадвал 1). МДХ-да ишлаб чиқарилаётган энергияни 30%-и электр жараёнларга сарфланади (жадвал 1).

Жадвал –1.

Махсулот	Электр энергияни солиштирма сарфи, минг.кВт·с/т	Махсулот	Электр энергияни солиштирма сарфи, минг.кВт·с/т
Электрпулат	0,7-0,9	Кобальт	29,3
Ферроқотишмалар	2,1-12,3	Литий	66
Алюминий	17,0-21,0	Мис	25
Шиша тола	5,8-6,0	Электролитик аммиак	13,6-15
Синтетик тола	11,5-12,5	Фосфор	14,3
		Каучук	1-21

**МУАММО:** 1. Электротехнология фан сифатида нимани ыргатади ва ишлаб чи=аришда тутган ырни нимадан иборат?

*Муаммо ечимини 1-чи маърузани ди==ат билан ы=иб чи=иб топасиз.*

*Электротехнологик жараёнларни қўллаш сохалари.* Халқ хўжалигида топилган электромагнитик ходисаларни деярли ҳаммаси ишлатилади. Модда ва буюмларга электр ва магнит майдонларида, ўзгармас ва ўзгарувчан саноат ва юқори частота тоқлар билан, инфрақизил ёруғлик ва ултрабинафша нурланиш билан, рентген ва γ нурлар билан, лазер ва электрон нур билан, плазма билан ишлов бериш мумкин. Ишловни энг кўп тарқаган усуллари ва таъсир этувчи факторлари 2-жадвалда келтирилади.

Жадвал 2.

Таъсир этувчи факторлар	Частота, Гц	Ишлов бериш турлари
1) Электро-статик майдон	-	Электростатик бўйаш, электро-филтрлаш ва тозалаш, бўлақларга бўлиш, химояловчи (консервацияловчи) моддаларни қошлаш, балиқ ва гўшт маҳсулотларини электр дудлаш. Ферромагнитик қўшилмалардан тозалаш, иссиқ алмашув аппаратлари сувиға магнитавий ишлов бериш, моддани кристалл таркибини ўзгартириш, буюмларға магнитавий импульс ишлов бериш.
2) Ўзгармас магнит майдон	-	Электротермик ишлов бериш, электрпайвандлаш, электркимё ва электрофизик ишлов бериш, пишириш, пастерлаш, электр плазмолиз ва бошқалар.
3) Саноат частотадаги ўзгарувчан	0-50 Гц	

ва ўзгармас ток		Индуктив ва диэлектрик қиздириш, қуритиш, консервалаш, стерилизация-лаш ва пастерлаш, дефект топиш ва бошқалар.
4) Ўрта ва юқори частотали токлар	$10^2-10^{10}$ Гц	+издириш, қуритиш, қовуриш, қайнатиш, пишириш, дезинфекциялаш.
5) Инфрақизил нурлар		Ёруғ нурли, шунинг ичида лазер ишлов бериш.
6) Нурлантириш	$10^{12}-10^{14}$ Гц	Стериллаштириш, биология жараёнлари ва кимёвий реакцияларни рағбатлантириш ва секинлаштириш, микрофлорани бузиш-парчалаш.
7) Ультрабинафша (фиолет) нурлар	$10^{15}$ Гц	7-пунктдагидай
8) Рентген нурлари	$10^{15}-10^{17}$ Гц	7-пунктдагидай
9) $\gamma$ -нурлар		+издириш, эритиш, металлларни тиклаш ва бошқалар.
10) Электрон нурлар ва плазма	$10^{17}-10^{18}$ Гц $10^{20}$ Гц -	

## Назорат саволлари:

1. Электротехнология нима? Таърифланг.
2. Электротехнологиянинг ривожланишига нима сабаб бўлган?
3. Электр энергиясини энергияни бошқа турларига ўзгартириш усулларини айтинг.  
Электростатик майдон қандай ишловларда қўлланилади?  
Ўзгармас магнит майдон қандай ишловларда қўлланилади?  
Ўзгармас ва саноат частотасидаги ўзгарувчан ток қандай ишловларда қўлланилади?  
Ўрта ва юқори частотали тоқлар қандай ишловларда қўлланилади?  
Инфракизил нурлар қандай ишловларда қўлланилади?  
Ёруғ нурланиш қандай ишловларда қўлланилади?  
Ультрабинафша нурлар қандай ишловларда қўлланилади?  
Рентген нурлари қандай ишловларда қўлланилади?  
Гамма-нурлари қандай ишловларда қўлланилади?  
Электрон нурлари ва плазма қандай ишловларда қўлланилади?
13. Электротехнологик жараёнлари деганда нимани тушунасиз?
14. Электротехнологик қурилмаларни қандай тасаввур этасиз?
15. Электротехнологиянинг афзалликлари нималарда намоён бўлади?
16. ЭТ+-лар қандай тартибда турларга бўлинади?
17. Иссиқлик ишлови бериш ЭТ+-ларининг ишлаши нимага асосланган?
18. Электрокимёвий ишлов бериш қурилмаларининг ишлаши нимага асосланган?
19. +андай қурилмалар электромеханик қурилмалар дейилади?
20. Электрокинетик қурилмалар ишлаш принципи нимага асосланган?

## Мавзу: Электростатик қурилмалар

### Маъруза 2.

Электростатик қурилмалар. Электрон-ион технологиялар. Электротехнологик жараёнларни турлари. +уруқ тўкилувчи аралашмаларни ажратадиган электростатик қурилмалар. Атмосферага саноат чиқариб ташлайдиган чиқиндилар. Ионли электрлаштириш. Тож разряд. +уруқ ва ҳўл электрофилтрлар.

*Электростатик қурилмалар. Электрон-ион техноло-гиялар.* Ҳаракатсиз электр жисмларни (электродларни) электр майдони ишлов берилаятган моддаларни микрозаррачаларига таъсир қиладиган ускуналар электро-статик дейилади. Бунда албатта моддаларни кимёвий таркиби ўзгармайди, газсимон ёки суюқ муҳитда материалларни зарядланган заррачалари муаллах турганида, уларга ҳаракатини тартиблаш учун (маълум технологик жараённи бажариш мақсадида) электр майдонларни таъсирига асосланган технология *электрон-ион ёки аэрозол технологияси* дейилади.

Электрон-ион технологияни характерли хусу-сиятлари - бу усулни универсаллиги: ҳар қандай материаллар (ўтказувчи ҳамда изоляцияловчи) электрлантирилиши мумкин ва зарядланган холда электр майдон таъсирига қўйилиши мумкин. Бундан ташқари, материаллар майдаланган (дисперланган) холда иш-латилади, бу эса узлуксиз жараённи мослаб бошқариш ва ташкил этишга имкон беради.

*Электротехнологик жараёнларни турлари.* Электро-статик қурилмаларда кечадиган электротехнологик жараёнларни 4 гуруҳга бўлиш мумкин:

1. Электросеперациялаш - тўкилувчи аралашмаларни компонентлар ва фракцияларга ажратиш.
2. Электрофилтрлаш - бегона заррачаларни ажратиш ва чўктириш.
3. Электрофорез - электрлантирилган заррачаларни электр майдонда ҳаракатга келтириш.



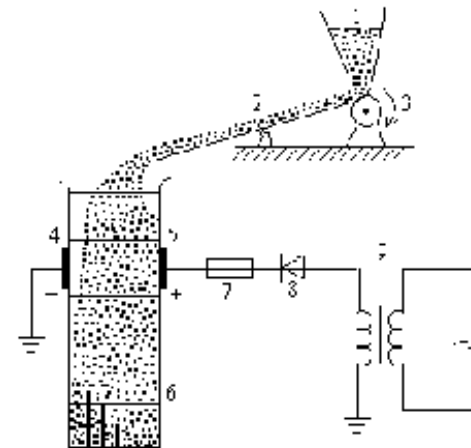
4. Электросмос - суюқликнинг капиллярлар ёки диафрагмалардан ўтиш учун ҳаракатланиши.

Асосан электрлаштиришни 2-усули ишлатилади.

1. *Контактлаб электрлаштириши* - ишлов берилаятган моддани ҳаракатланаётган заррачаларини бир-бирига тегиш ва ишқаланиш натижасида содир бўлади, модда материал ўтказувчидан ҳаракатланади. Масалан, буғдой тортиш, руда ва кукунсимон аралашмаларни маҳсулотини узатишдаги ҳаракати.
2. *Ионли (контактсиз) электрлаштириши* - газда ёки суюқликда муаллаҳ турган заррачаларни ичига олган ташки электрстатик майдон томонидан содир этилади.

Баъзи бир электрстатик қурилмаларни тузилиши ва иш принципини кўриб чиқамиз.

*+уруқ тўкилувчи аралашмаларни ажратадиган электрстатик қурилма*



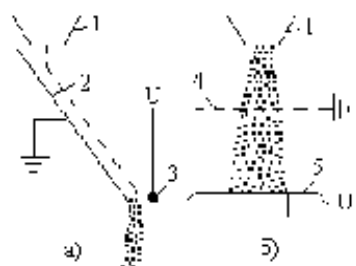
Расм 1. +уруқ тўкилувчи аралашмаларни ажратадиган электрстатик қурилмани схемаси:  
1-Бункер, 2- Лоток, 3- Эксцентрик, 4, 5- Электродлар, 6- +абул қилувчи жиҳоз, 7-Сақлагич, 8- Тўғри-лагич, 9- Кучланишни кўпайтирувчи трансформатор.

Тўкилувчи аралашма бункердан тушиб

келиб, ҳаракатланаятганда заррачалар зарядланади ва электр майдонга тушиб, майдон таъсирида микдори ва ишорасига қараб, пастга тушиш йуналиши ўзгаради, натижада қабул қилувчи жиҳозни бўлимлари фракцияларга ажратилган заррачалар билан тўлади. Электродлар орасидаги кучланиш 25-30

кВ. Шунга ўхшаш электр сепараторлари ҳар қандай, заррачалари сирпанишда зарядланадиган, тўкилувчини сортлаш учун ишлатилади. Сепараторни унумдорлиги лотокни кенглиги ва оралиғига боғлиқ.

Электр сепараторларда ва бошқа ускуналарда заррачаларни электрлаштириш учун электростатик индукция усули дейиладиган усул ишлатилиши мумкин, бунда заррачалар электрод билан контактланганда зарядланади ёки электрод енидан ўтганда зарядланади. Бу усулда ўтказувчи кукунлар бошқа усулларга қараганда каттароқ заряд олади. Диэлектрик материаллар эса уни тескариси. Бу усул суюқ материалларни, масалан, эмульсия ва қармак ва бошқаларни электрлантириш учун қўлланилади.



Расм 2. Контактлаб электрлантирувчи қурилма: 1-бункер, 2-қия сирт, 3-цилиндрсимон электрод, 4-металл тўр, 5-сиртсимон электрод.

+аттиқ ва суюқ заррачаларни чўктирувчи электростатик қу-

рилмалар-электрофилтрлар.

Атмосферага саноат чиқариб ташлайдиган чиқиндилар. Улар катта ҳажмдаги газларни юқори эффективлик билан тозалаш учун ишлатилади. Кўп саноат корхоналари (металлургия, кимё, цемент, қурилиш материаллари заводлари, қозонхоналар ва бошқалар) атроф муҳитни ифлословчи манбалардир. Улар атмосферага катта миқдорда чанг-қурум томчиларини чиқариб ташлайдилар. Бу заррачаларни ҳаводаги таркиби (ҳавода муаллах туриши) ҳар хил дисперслиikka эга. Катта дисперсли заррачалар (ўлчамлари 1 мик-рометрдан катта) газ оқимидан механик филтрлар билан олиб ташланиши мумкин, бу филтрлар циклон дейилади. Майда дисперсли заррачалар аэрозоллар дейилади. Аэрозоллар газ ҳаракатини кичик тезлик-ларида ҳам муаллах ҳолатда бўлишади. Бундай заррачаларни газ оқимидан

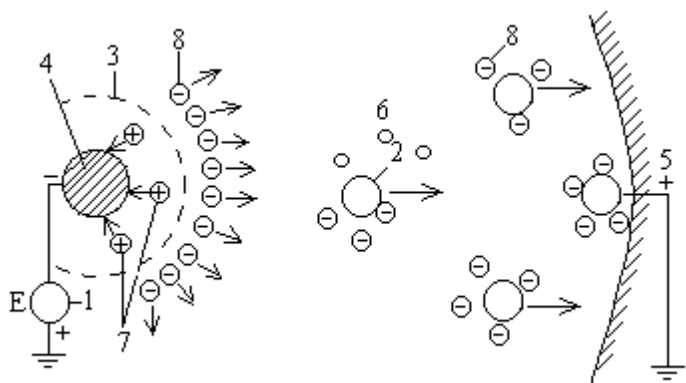
электр филтрлари билан олиб ташлаш энг эффективдир. Электростатик сеператорлардаги каби бу ердаги жараён икки босқичга эга: заррачаларни электр-лаштириш ва уларни электростатик майдон ёрдамида йуналишини ўзгартириш.

Заррачалар газ оқимида муаллах холатда бўлган-лиги сабабли уларни қайсидир сирт билан тукнаштириш иложи йўқ, шунинг учун бу ерда контактли электрлаштириш усули ишлатилмайди.

*Ионли электрлаштириш.* Электр филтрларда ионли электрлаштириш усули қўлланилади, бу усулда чиқариб ташланаётган газ оқимидаги зарядланган заррачалар аэрозоллар билан тукнашиб, уларга электр зарядларини беришлари мумкин ва улар билан тескари кутбли электродларга электр майдон кучи билан тортилишлари мумкин. Аммо бу жараёнда ҳосил буладиган ток (заррачаларни электродлар томон оқими) газдаги зарядланган заррачаларни озлиги сабабли жуда кичик. *Тож разряд.* Ионлашган заррачаларни сонини кўпайтириш учун тож разряд ҳосил қилинади ва у электрон оқимини кескин кўпайтиради. Тож разряд ҳосил қилган шу электронлар газ оқимидаги аэрозоллар билан тукнашиб, уларга электр зарядларини беради.

Тож разряд кескин бир жинсли бўлмаган электр майдонда ҳосил бўлади. Бунинг учун электродларни бири (тожланувчи) иккинчисидан анча кичик, масалан, иккита концентрик цилиндрлар тизимида, уларни радиусларини нисбати 10-дан юқори бўлса ёки сим-сирт тизимида. Бу холда кичик электродни яқинидаги электр майдонни кучланганлиги катта ва кучланганлик 15 кВ/см ва юқорироқ микдорга етганда, кичик радиусли электрод атрофида газни интенсив

ионланиши бошланади. Бу зона нурлана бошлайди - тож заряднинг бошланиши.



Расм 3. Электрофилтрда заррачаларни электрлаштириш ва чўктириш схемаси: 1-ўзгармас ЭЮК манбаси, 2-газдаги чангни заррачалари, 3-тож чегаралари, 4-тожланувчи электрод, 5-чўктирувчи электрод, 6-электронлар, 7-мусбат ионлар, 8-манфий зарядланган ионлар.

Одатда тожланувчи электрод 4-га манфий потенциал келтирилади, ташқи (чўктирувчи) электрод 5-га - мусбат потенциал. Бу холда аэрозоль 2-лар чўктирувчи электродга тортилади. Тожнинг зонаси нисбатан кичик бўлгани учун ифлосланган газни асосий қисми тож 3 ва чўктирувчи электрод 5 орасидан ўтади. Шунинг учун ифлосларни энг кўп қисми ташқи электродга чўкади.

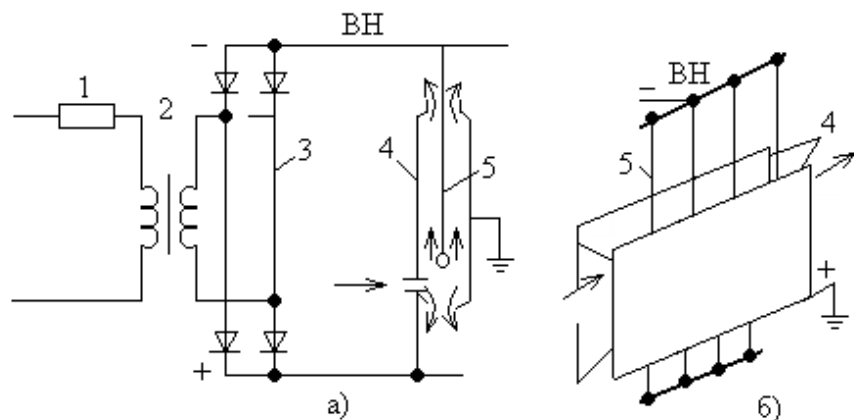
*+уруқ ва хўл электрофилтрлар.* Электр филтрларни конструкциялари ҳар хил бўлиши мумкин. Газлар оқимларини йўналишига қараб вертикал ва горизонтал электр филтрлар мавжуд. Чўктирувчи электрод конструкциясига қараб трубкали ва пластинкалилар мавжуд. Электродларга чўктирилган заррачаларни олиб ташлаш усулига қараб электр филтрлар куруқ ва хўл бўладилар. +уруқ электр филтрларда электродларга

Ўтирган заррачалар силжитиш йўли билан олиб ташланади, яъни улар оғирлик кучи таъсирида бункерга тушадилар ва кейин аппаратдан чиқарадилар. Ҳул филтрларда электродларга ўтирган заррачалар сув билан ювиб ташланади.

### Маъруза 3.

Трубкали ва пластинкали электрофилтрлар. Электрофилтрларни электродлари. Электрфилтрлашдаги заряд-разряд жараенлари. Абсорбция. Адсорбция. Электрофорез. Ҳар хил ишлаб чиқаришларни газларини тозалаш.

*Трубкали ва пластинкали электрофилтрлар.* Расм 4,а-да вертикал трубкали электрофилтр чизилган.



Расм 4. Трубкали (а) ва пластинкали (б) электрофилтрларни тузилиши.

Филтрга кўпайтирувчи трансформатор-2 ва тўғрилагич 3-дан кучланиш берилади. Трансформаторни кучланиши ва, демак, филтрни харак-теристикаларини ростлагич-1 ёрдамида ўзгартириш мумкин. Расм 4,б-да пластинкали горизонтал филтрни тузилиш схемаси берилган, унда тожланувчи қатор электродлар-5 иккита чўктирувчи 4-электродлар оралиғига осиб қўйилган. Пластинкали электрофилтрларда электр майдон трубкалилардагига қара-ганда қувватсизроқ, аммо уларни тайёрлаш осонроқ ва электродларни силкитилишини таъминлаш осонроқ.

Электрфилтрларни кўпайтирувчи трансформаторлари кўп холларда 380 В-га мўлжалланган бир фазали қилиб тайёр-

ланади. Чиқиш кучланиш 80 В-гача етиш мумкин. Ҳозирги замон электр филтрларда, махсулдорлигига қараб, 0,25 дан 2,5 ампергача токга мўлжалланган тиристорли кучланиш ростлагичлари ўрнатилади. Электродлар оралиғидаги тож ҳосил қилувчи кучланиш (кВ)-ларда, эмпирик формуладан тахминан топилиши мумкин:

$$U_k = \pi \rho \left(1 + \frac{0,308}{\sqrt{\rho r_0}}\right) r_0 \ln \frac{2h}{r_0}, \quad (1)$$

бунда:  $\rho$ -тозаланаётган газни зичлиги, кг/м<sup>3</sup>;  
 $r_0$ -тожланувчи электродни радиуси, мм;  
 $h$ -электродлар орасидаги масофа, мм.

Тозаланиш даражаси (%) заррачаларни газдаги дрейфни тезлигига ( $v_r$ , см/с), чўктирувчи электродларни сиртига ( $S$ , м<sup>2</sup>) боғлиқ ва қуйидаги ифодадан топилади:

$$\eta = (1 - e^{-\chi_r S/V}) \cdot 100\%, \quad (2)$$

$\chi$ -заррачаларни электрофилтр кесимида тақсимланишини нотекислигини коэффиценти;  $S$ -чўктирувчи электродларни сирти, м<sup>2</sup>,  $V$ -газни ҳажмий сарфи, м<sup>3</sup>/с.

Электр филтрларда газни тозаланиш даражаси энергияни сарфини озлигида (0,3 кВт/соат/минг м<sup>3</sup>) ва филтрда газни босимини деярли йўқотмай 99%-гача етиши мумкин. Заррачаларни чўктирувчи электрод томон ҳаракатини тезлиги уларни ўлчамлари ва электр майдон кучланганлигини квадратига пропорционалдир. Демак, электр филтрда биринчи навбатда катта заррачалар чўқади. Дрейфни тезлигини майдон кучланишига боғлиқлигини квадратик характеридан келиб чиқадики, жараёни максимал мумкин бўлган кучланиш, яъни учқун разряд чегарасида олиб бориш фойдалидир.

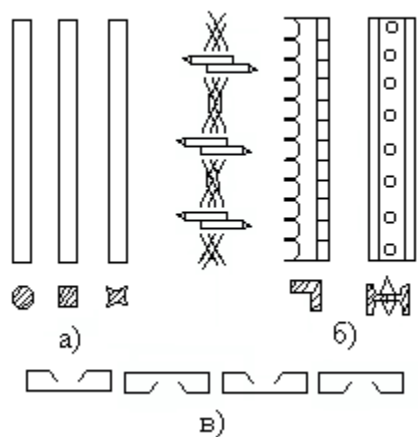
Газларни электр филтрларда тозалаш сифатига чўктирилган чангни электроддан олиб ташланиши таъсир қилади. Газни оқимида чўктирилган чангни жуда оз қисмини қайтарилиши тозаланишни сезиларли ёмонлаштиради. Электродларни силкитилишида заррачаларни ажратиб газ оқими уларни қайта олиб кетишида, уларни чўктирилган қатламдан янги заррачалар ўрнашишида уриб чиқарилишида содир бўлади. +айта олиб ке-

тишга электродларни конструкцияси ва бошқа факторлар таъсир қилади.

+айта олиб кетишни камайтириш учун газни бир оз турбулентлик ва оқимни текис тақсимланиши билан маълум тезлигини таъминлаш керак, силкитишда чангни катта блоклар шаклида ташлаш ҳам таъсир қилади.

*Электрофильтрларни электродлари.* Газни тозалаш даражаси тожланувчи электродларни конструкциясига боғлиқ, улар силлиқ ва белгиланган тожланувчи нуқталар билан бўлиши мумкин.

Типик силлиқ электродлар: диаметри 2-4 мм-ли думалоқ, томонлари 3-4 мм-ли квадрат ва штиксимон томонлари 4-5 мм квадратга сиғадиган кесимли буладилар. Узунлиги бўйлаб тожланувчи нуқталари



Расм 5. Электрофильтрларни электродлари: а-силлиқ тожланувчи, б-разряд нуқталари белгиланган тожланувчи, в-чўктирувчи.

белгиланган электродлар энг куп таркалган: тиканли сим, аррасимон ва йигнали электродлар. Йигналар орасидаги кадамни тўғри танланса (40-80 мм) йигнали электродлар тож разрядда истеъмол қилинадиган энг катта қувватни таъминлайдилар ва, демак, тозалашни ҳам энг катта даражасига эришилади.

*Электрофильтрашдаги заряд-разряд жараенлари.*

Электрофильтр иши жараенида чанг тўпламида заряд тўпланади, чунки чанг катта солиштирма қаршилиқка эга, ва зарядни чанг қатламидан чўктирувчи электродга оқиб тушиши жуда се-



кин кечади. Электрофильтр зонасида бу холда мусбат ионлар пайдо бўлади, улар ишора буйича тож разрядда хосил бўлаётган ионларга тескари. Юқори омли чанг қатламидаги разряд жараёнлари тескари тож дейилиб, газларни тозалаш даражасига сезиларли таъсир килади. Тескари тожни кучсизлантириш учун тозаланаётган газга майда пуркалган сув, аммиак ёки бошқа реагентлар киритилади, булар газ оқимини конденсациялайди. Бу эса чанг қатламини сиртки ва солиштирма электр қаршилигини камайтиради ва чангни қайта олиб кетилишини олдини олади. Асосий тож разрядни тожланувчи электродларни параметрларини тўғри танлангандаги токини зичлигини пасайтириш ҳам мусбат эффектга олиб келади.

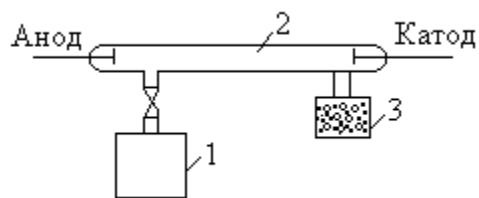
+атор холларда электрофильтрдан олиб ташла-наётган чанг қиммат компонентларга эга. Хусусан, металлургия печлари чиқараётган чангда кумуш, цинк, сурьма, қўрғошин, магний ва бошқалар мавжуд. Бу элементларни бирикмалари соғлик учун зарар. Элек-трофильтрлар ёрдамида уларни ушлаб қолиш эса атроф муҳитни ифлос қилмасликдан ташқари иқтисодий фойда беради. Масалан, катта цемент заводида электрофильтр ўрнатилса, бир суткада битта фильтрда 120 тонна цемент чанги қайта тикланади (энергия сарфи 1,9 кВт·соат/т, бу эса бир тонна цемент ишлаб чиқаришга сарфланадиган энергиядан унлаб марта оз).

*Абсорбция. Адсорбция.* Кимёвий қўшилмалардан газларни тозалаш учун асосий усуллар: абсорбция - газларни суюқликлар билан ювганда ютилиши; адсорбция - қаттиқ жисмлар билан ютилиши; кимёвий бирикмаларнинг газ холатидан қаттиқ ёки суюқ холатига ўтиши ва кейин ҳосил қилинган махсулотларни чиқариб ташлаш. Бу усулларда электр ва магнит ходисалари ишлатилиши мумкин. Масалан, *катоддаги сорбция эффектлари* - қаттиқ жисмларни адсорбция хусусиятларини юқори частотали электр разрядини электронлар оқимини таъсирида оширилиши - жуда тоза газларни олиш учун, цеолитлар ва бошқа адсорбентларни сиғимини анча ошириш учун қулланилади. Юқори частотали разрядларни электронлар оқими таъсирида адсорбентларда адсорбцияни радиацион марказлари фақат

ташки сиртда эмас, ичида ҳам ҳосил бўлади. Бу эса уларни адсорбция хусусиятларини кўпайтиради.

*Электрофорез.* Адсорбентларни ютиш хусусиятларини *электрофорез* ёрдамида ошириш мумкин. Электрофорез - бу тозаланаётган газни электр разряди таъсирига кўйиш. Электр майдон таъсирида газдаги қўшилмалар катод томон силжитилади. Натижада катод зонасида қўшилмани юқори концентрацияси ҳосил бўлади. Агар бу зонага қайсидир адсорбент кўйилса, газдан олинаётган қўшилмалар миқдори кўпаяди.

Электрофорез ходисаси амалга ошириладиган қурилмани принципиал схемаси расм 6-да келтирилган.



Расм 6. Газни тозалайдиган қурилмани схемаси.

Тозаланаётган газ идиш 1-дан разряд трубкеси 2-га узатилади. Трубкада разряд ҳосил қилингандан кейин қўшилма компонентларини катод томон ҳаракати бошланади. Уларни идишдаги концентрацияси адсорб-тив ва адсорбат 3 орасида мувозанат ҳосил бўлгунча пасайиб боради.

*Ҳар хил ишлаб чиқаришларни газларини тозалаш.*

Газ таркибидаги суюқ ҳолатдаги *кимёвий қўшилмалар* (туман ёки конденсацияланган парлар шаклида) электрофилтрлар ёрдамида олиб ташланади. Масалан, цинк заводларини куйдирувчи печларидан чиқадиган газларда  $SO_2$ ,  $O_2$  ва  $N_2$ -лардан ташқари пар ҳолатида мишьякни бирикмалари ( $As_2O_3$ ), селен бирикмалари ( $Se$  ва  $SeO_2$ ), олтингугурт ангидриди  $SO_3$  бўлади. Сульфат кислотасини туманини ва бу билан бир қаторда мишьяк ва селенни қўшоксидидан конденсацияланган парларини ушлаб қолиш учун газларни ювиладиган мино-радан ҳўл электрофилтрларга юборилади. Электро-филтрларни иккинчи поғонасидан кейин газлар таркибида амалда мишьяк қолмайди,

сульфат кислотани туманини миқдори эса  $0,005 \text{ г/м}^3$  гача пасаяди.

Мис эритувчи заводларни куйдирувчи печларини газлари аввал механик филтрларда тозаланади, кейин эса курук горизонтал электр филтрларда ( $300-400^\circ\text{C}$ ) да тозаланади.

Мис-олтингургурт заводларини газлари (таркибида  $\text{SO}_2$ , олтингургурт ва унинг ҳар хил бирикмалари- $\text{COS}$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  бўлади) юқори ҳароратга эга бўлади ( $400-500^\circ\text{C}$ ) ва кўпол чанглардан каме-раларда тозалангандан кейин курук электрофилтрларда тозаланади. Бу электрофилтрларни чўктирувчи ва тожланувчи электродлари юқорихромланган ( $\text{Cr}$  25-26%) пўлатдан тайерланади, улар юқори ҳароратдаги элементар олтингургуртни таъсирга дош берадилар.

Алюмин ва магний ишлаб чиқаришларининг газларида кўп зарарли қўшилмалар мавжуд. Масалан, алюминийни электrolитик усулда олишда ванналардан чиқадиган анод газларида фторли водород, олтин-гургуртли газ, углерод оксиди ҳамда чанг ва катронли погонлар мавжуд. Охиргиларида канцероген модда бўлган бензопирен мавжуд.

Электролизерларни газлари чанг ва катронли моддалардан қўшқамерали горизонтал электрофилтрларда тозаланади ва кейин кучсиз сода эритмасида ювилади.

Шундай қилиб, газларни электр усулларида тозалаш саноатни ҳамма сохаларида газ оқимларидан муаллах ҳолатдаги чанг ва қўшилмаларни юқори самара билан тозалашга имкон беради.

#### **Маъруза 4.**

Суспензия ва коллоид эритмаларни сувсизлантириш. Электрофорез ва электроосмос. Сувни электроосмос билан тозалаш. Каолинни электроосмос билан тозалайдиган машина. Каучукни чўктирадиган аппарат. Электростатик бўяш усули. Озиқ овқатларни электр дудлиш ва балиқни панировкалаш учун электростатик курилмалар.

*Суспензия ва коллоид эритмаларни компонентларга бўладиган электростатик курилмалар.*

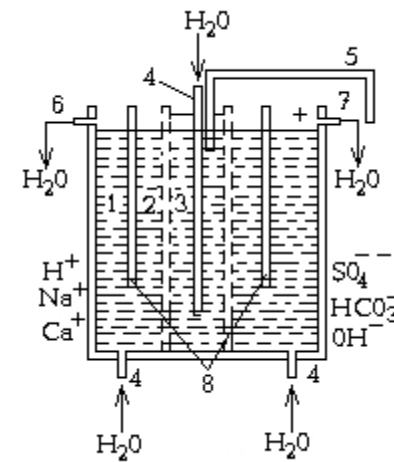
*Суспензия ва коллоид эритмаларни сувсизлантириши.*

Яхши титрланмайдиган коллоид эритма ва суспензияларни сувсизлантириш учун қўлланилади: сувни ва мева шарбатларини тозалаш, мойли-сувли эмульсияларни ажратиш, каучукни латексдан чўктириш, терини мустаҳкамлаш, газмолларга ҳар хил эритмалар шимдириш, каолинни сувсизлантириш ва бошқалар.

*Электрофорез ва электроосмос.* Электростатик майдонга қўйилган коллоид эритмаларда коллоид заррачаларни электродларни бири томон ва суюқликни оқимига тескари томон ҳаракати кузатилади. Коллоид заррачаларни электростатик майдонда силжитиш ва ажратиш жараёни электрофорез дейилади. Коллоид эритмани ҳажмини заррачаларни ўтишига халақит бўладиган, аммо суюқликни ўтказадиган тўсиқ билан бўлинса, электроосмос ходисаси кузатилади. Бу ҳолда суюқлик электростатик майдонга қўйилган эритмани бир қисмидан иккинчи қисмига ўтади.

Электроосмос ва электрофорезни электростатик ходисалари куйидагича тушунтирилади. Икки хил фаза - қаттиқлик ва суюқлик чегарасида, ёки аралашмайдиган суюқликлар, ёки суюқлик ва газ чегарасида қўш электр қатлам ҳосил бўлади. Каттиқ суюқ ёки газсимон фазани сиртида молекулалар ёки ионлар адсорбцияланади ва электролитда катионлар ёки икки қутбли молекулалар қатламини ҳосил қилади. Зарядланган заррачалар электр майдонда тескари қутбли электродлар томон ҳаракатлана бошлайдилар.

Сувни электроосмос билан тозалаш. Электроосмотик тозалаш сувдан эриган тузлар, коллоид заррачалар ва суспензияларни



чиқариш учун қўлланилади. Бу усул билан бир литрда бир неча юз миллиграмм қуруқ қолдиқга эга сувни тозалаш ва жуда оз аралашмали тоза сувни олиш мумкин.

Расм 7. Сувни электроосмос усули билан тозалайдиган қурилмани алоҳида катакчасини схемаси.

Сувни электроосмотик усулда тозалайдиган қурилма ўнта ва ундан кўпроқ кетма-кет уланган алоҳида ячейкалардан иборат.

Ҳар бир ячейкани анод 1, катод 2 ва ўрта 3 бўлимларга ажратадиган иккита диафрагма 8-га эга. Тозалаш учун мўлжалланган сув 4 қувурлардан биринчи ячейкани уч бўлимнинг пастки қисмига келади. Ўрта бўлимдан сув 5 чи қувурдан қурилманинг иккинчи ячейкасига узатилади ва хоказо. +урилманинг охири ячейкасида сув тозаланиб чиқади. Эритма таркибидаги  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaHSO}_3$  ва бошқа тузлар  $\text{H}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Na}^+$  катионларга ва  $\text{OH}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$  анионларга диссоцияланади. Катионлар катод томон ҳаракатланади, анионлар – анод томон. Катод бўлимларида сув ишқорланади, анод бўлимларида эса шўрланади. Катод ва анод бўлимларидан сув 6 ва 7-чи қувурлардан чиқарилади. +урилма учун диафрагмалар керамикадан, пергаментдан, замшадан ва шунга ўхшаш нарсалардан тайёрланади.

Сувни электроосмотик тозалайдиган қурилмалар соатига 20, 80 ва 200 литр сувни тозалашга мўл-жалланган бўлади. Ячейкаларга қучланиши 110 ва 220 вольт бўлган электр токи келтирилади. Ўнта ячейкадан иборат қурилмада қучланиш

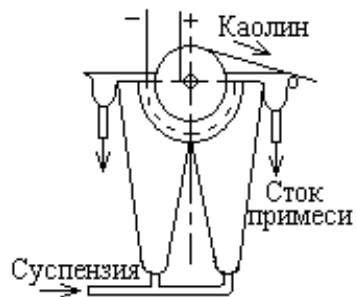
қуйидагича тақсимланади: тўрт ячейкадан иборат биринчи гуруҳда 55 В кучланиш пасаяди, уч ячейкали иккинчи гуруҳда – 70 В, икки ячейкали учинчи гуруҳда – 110 В ва бир ячейкадан иборат тўртинчи гуруҳда – 220 В. Ҳар гуруҳда ячейкалар кетма-кет уланадилар, гуруҳлар эса – параллел. Электр энергиясини сарфини (кВт·с) эмпирик формула билан тахминан ҳисоблаш мумкин:

$$W = 2,5qU \cdot 10^{-3}, \quad (3)$$

бунда:  $q$ -куруқ қолдиқни миқдори, тозаланаётган сувни 1 литрига мг миқдорида;  $U$ -битта ячейкадаги кучланиш, В.

Бир кубометр сувни тозалаш учун сувни қаттиқлигига қараб 15 кВт·соатгача энергия сарфланади. 200 л/с қувватга эга сувни электроосмотик тозалаш қурилмасининг ўлчамлари 2,5×2,0×1,5 м.

*Каолинни электроосмос билан тозалайдиган машина.* Саноатда каолинни тозалаб, сувсизлантириш учун электрофорез кенг қўлланилади. Каолинни кварц, слюда, пират ва бошқа қўшилмалардан тозалаш учун суяқ шиша ёки кучсиз ишқор қўшилади, тиндирилгандан кейин қўпол заррачаларни олиб ташланади. Ҳосил қилинган суспензияни осмос машина электродлари орасидан ўтказилади.



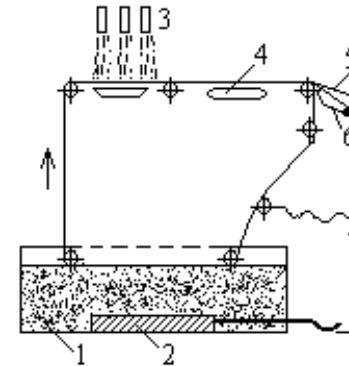
Расм 8. Каолинни тозалайдиган осмос-машина схемаси.

Каолинни заррачалари машинада манфий заряд олишади ва анодга ўтишади. Кварц ва бошқа қўшилмалар мусбат заряд олиб, катодга ўтишади.

Ўзгармас ток таъсирида каолинни коллоид заррачалари анод сирти қопланган фильтрловчи тасмага ўтиради. Сув эса қўшилмалар билан катод ҳавзасидан чиқариб юборилади. Анодга қопланган тасмада намлиги 35%-гача бўлган тоза каолин йиғилади. Бир тонна каолинни тозалаш учун 15-дан 40-гача кВт·соат электр энергия сарфланади.

*Каучукни чўктирадиган аппарат.* Каучукни эмульсияларидан (латексидан) электрофоретик йўл билан чўктириш усули кенг қўлланилади. Электр майдонда каучук манфий заряд олади ва электрофорез жараёнида анод томон ҳаракатланади. Каучукни электрофоретик чўктириш махсус конструкцияли аппаратларда ёки осмос машинада бажарилади.

Латекс тўлдирилган биринчи ваннада роликларда чек



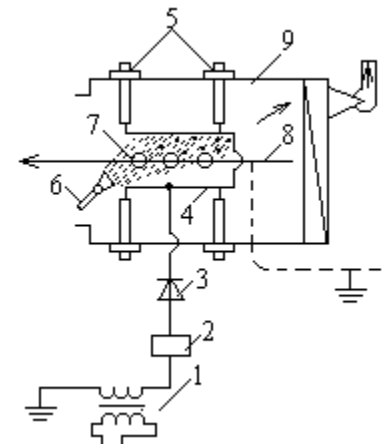
Расм 9. Каучукни чўктирадиган аппаратни схемаси.

сиз металл тўр (сетка) ҳаракатланади. У аноддир. Катод 2 ванна куйи қисмида жойлаштирилади. Тўрга чўктирилган каучук сув оқимлари 3 билан ювилади ва қуритувчи стол 4-да қўритилади ва қуритилган каучук 5 тўрдан

пичоқ 6 билан олинади.

Электрофорез ёрдамида сувга бардош газмоллар тайёрланади, металл буюмларни каучук билан қопланади ва ҳоказо.

Металл буюмларни буяйдиган электростатик қурилмалар. Электростатик бўяш усули. Буяшни ёки эмаллашни электростатик усули қуйидагидан иборат. Буяшга мўл жалланган металл буюмлар ерга уланган конвейерга осиб қўйилади (расм 10).



Расм 10. Металл буюмларни тож разряд электр майдонида автоматик бўяйдиган қурилмани схемаси:

1-юқори вольтли трансформатор; 2-мойғли автоматик узгич; 3-тўғрилагич; 4-тожланувчи электродлар; 5-

изоляциялар; 6-бўёкни пневматик чанглаткичини учи; 7-конвейердаги буя-лаётган буюм; 8-конвейер; 9-ҳаво сўриш жихозили чанглаткич камера.

Конвейер чанглатувчи камерадан ўтади, унда тожланувчи электрод-рама 4-лар жойлаштирилган бўлади. Бу электродлар юқори кучланиш манбасини (150 кВ-гача) манфий кутбига уланади, мусбат кутб эса ерга уланади. Электродларда юқори кучланганлик градиенти ҳосил қилинади ва, демак, симлар атрофида нурланувчи тож ҳосил бўлади, бу ионлар интенсив ҳосил бўлишини кўрсатади. Мусбат ионлар манфий электрод томон силжийди, манфий ионлар эса буялаётган буюмлар томон ҳаракатланади, чунки улар электр майдонида мусбат заряд қабул қилишади. Электродлар ва кичик тезликда ҳаракатланаётган буюмлар орасига майда чанглатилган материал (буёк, эмал, гламур ва бошқалар) оқими йўналтирилади. Бу материални майда заррачалари ионлар билан тўкнашиб, уларни адсорбциялантиради ва ион зарядини ишорасига мос заряд қабул қилишади. Буёвчини зарядланган заррачалари электростатик майдон кучлари таъсирида буюмларни сирти томон ҳаракатланади, чунки улар ерга уланган конвейерга осилган. Бу заррачалар олинган зарядни топшириб, буюмларга ёпишадилар ва уларни зич қатлам билан қоплайдилар.

*Озиқ овқатларни электр дудлиши ва балиқни панировкалаш учун электростатик қурилмалар.* Иш принципи ва тузилиши бўйича буюмларни бўйядиган электростатик қурилмаларга ўхшаш. Аммо озиқ-овқатларга ишлов бериш технологик жараёнлари мураккаброқ ва ўз ичига бошқа электротехнологик операцияларни олади, хусусан махсулотни инфрақизил нурлар билан иситиш, қуритиш ва димлаш. Бунга қарамай, анъанавий жараёнларга қараганда ишлаб чиқариш жараёни 10-лаб марта тезлашади, махсулотни сифати яхшиланади ва қайта ишлашда сарфлар камаяди.



## Назорат саволлари:

Электростатик қурилма нима?

Электрон-ион ёки аэрозол технология нима?

Электросепарация нима?

Электрофилтрация нима?

Электрофорез нима?

Электроосмос нима?

Контактли электрлаш нима?

Ионли (контактсиз) электрлаш нима?

Электростатик сепараторни иш принципини тушунтиринг.

Саноат корхоналарини газли чиқиндиларига тушунтириш беринг?

Электрофилтрни иш принципини тушунтиринг.

Тож разряд нима?

Электрофилтрларни конструкцияларини таснифланг.

Трубкали вертикал электрофилтрни иш принципини тушунтиринг.

Пластинкали электрофилтрни иш принципини тушунтиринг.

Электрофилтрларни электродларини таснифланг.

Электрофилтрларда зарядланиш-разрядланиш жараёнларини тушунтиринг.

Электрофилтрларда йиғилган чанг таркибида қандай қиймат компонентлар бўлиши мумкин?

Абсорбция нима?

Адсорбция нима?

Газни тозаловчи қурилмани иш принципини тушунтиринг.

Ҳар хил ишлаб чиқаришларда ажрайдиган газларни тозалашга тушунча беринг.

Коллоид модда нима?

Суспензия нима?

Электроосмос ва электрофорез дейиладиган электростатик ходисаларга тушунча беринг.

Сувни электроосмотик усул билан тозалайдиган қурилмани иш принципини тушунтиринг.

Каолинни тозалайдиган осмос-машинани иш принципини тушунтиринг.

Каучукни чўктирадиган аппаратни иш принципини тушунтиринг.

Металл буюмларни бўйаш ёки эмаллаш усули нимадан иборат?

Озиқ-овқатларни электр билан дудлаш принципи нимадан иборат?

## **Мавзу: Магнит ва магнитли импульслар билан ишлов бериш қурилмалари**

### **Маъруза 5.**

#### **Магнит қурилмалар ва уларни қўллаш.**

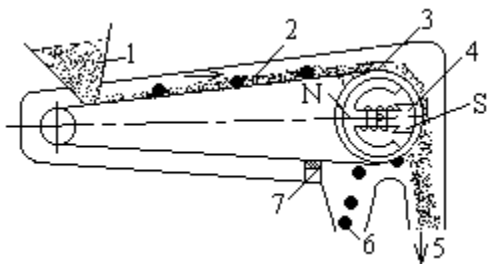
Магнит қурилмалар ва уларни қўллаш. Электромагнит сепараторлар. Сувга магнит ишлов бериш қурилмалари.

*Магнит қурилмалар ва уларни қўллаш.* Магнит қурилмалари озиқ-овқат ва бошқа материалларни ферромагнит қўшилмалардан тозалаш, сувга магнит билан ишлов бериш, магнитоабразив силлиқлаш ва текислаш, иссиқлик алмашадиган аппаратларни чўкмалардан тозалаш ва бошқа ишлар учун кенг қўлланилади. Материалларга магнитли импульслар билан ишлов бериш интенсив киритилмоқда: деталларга шакл бериш, уларни қисиш, йиғиш, тешикларни чопиш, электр пайвандлаш ва бошқалар.

Материалларни ферромагнит қўшилмалардан тозалаш юқори сифатли махсулот олиш учун ва техника ҳавфсизлиги талабларини бажариш учун, металл қисмларни ишлов бериш машиналарини ишчи органларига тушишини олдини олиш, портлаш хавфи бор мухитларда учқун бўлишини олдини олиш ва бошқаларга имкон беради. Бу мақсадларда озиқ-овқат, кимё, тўқимачилик, тоғ ва саноатни бошқа соҳаларидаги хомашъё ва махсулотларни узатадиган транспорт ва оқим линияларида магнит ушловчилар ўрнатилади, улар доимий магнитлар ёки доим ишлайдиган магнит сепараторлардир. Конструкция бўйича доимий тақасимон магнитли магнит ушловчилар энг оддийдир. Ушловчи қисм қатор тақасимон магнитлар шаклида бўлиб материал узатувчиларга, мустақил оқизадиган трубалар, дозаторлар тагидаги конуслар ва бошқаларда ўрнатилади.

Магнит ушлагичлар қатор камчиликларга эга, масалан, магнитларга ёпишган ферромагнит қўшилмаларни қўлда тозалашга тўғри келади. Доимий магнитларни тортиш кучи етарли эмас, бу куч ишлаган сари камайиб боради. Шунинг учун магнитларни даврий текшириш ва юк кўтариш имконини тиклаш учун магнитлаш зарур бўлади.

*Электромагнит сепараторлар.* Улар анчагина катта унумдорликка эга, ферромагнит кўшилмаларни олиб ташлаш жараёнини механизациялашга имкон беради ва ишда ишончлироқ. Электромагнит сепараторларни конструкцияси ҳар хил бўлиши мумкин. Масалан, 11 расмда электромагнит сепараторларни мумкин бўлган схемаларидан биттаси



Расм 11. Лентали электромагнит сепараторни принципиал схемаси.

кўрсатилган. У лентали транспортер билан бирга тайерланган. Берилган

махсулот бункер 1-дан транспортёр 2-ни лентасига берилади. Транспортер асинхрон электродвигателдан айланадиган ичи бўш юпқа диаманит материалдан тайёрланган барабан 3 томонидан юргизилади. Барабан ичида ҳаракатланмайдиган электромагнит 4 жойлашган. Электромагнит ғалтаги ўзгарувчан тармоғига уланган ярим ўтказгичли тўғрилагичдан ўзгармас ток энергиясини олади. Электромагнитни маълум ҳолатда тўхтатиб туриш учун червякли механизм кўзда тутилган.

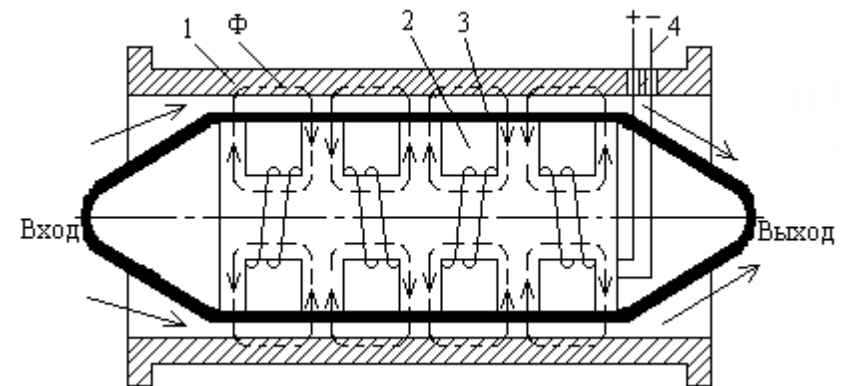
Махсулот лента билан ҳаракатланганда электро-магнит таъсиридаги ҳудудда ферромагнит кўшилмалар барабанга тортилади ва транспортер лентасида магнит таъсир ҳудудидан чиққунча ушланиб туради, кейин эса чиқариб ташлаш учун 6-чи ўзи ташловчига тушади. Лентага ёпишган майда металл заррачалар чўтка 7 билан олиб ташланади, тозаланган махсулот эса бункер 5-га тушади.

Магнит билан тозалаш усуллари мойловчи- совитувчи суюқликларни тозалаш учун ҳам кенг қўлланилади.

*Сувга магнит ишлов бериш қурилмалари.* Сувга магнит ишлов бериш сувни физик хусусиятларини ўзгартириб, бу билан иссиқлик алмашиш аппаратларини қотишмаларини камайтириш учун ишлатилади. Магнит ишловдан кейин сув кимёвий таркибини сақлаб, сиртқи тортилиш, қовушқоқлик, зичлик, электр

Ўтказувчанлик каби физик хусусиятларини ўзгартиради. Натижада сувдаги калций, магний ва бошқа тузлари кейинги иситилишда камроқ миқдорларда иссиқлик алмашуви аппаратларини деворларга ёпишади ва оқим билан муаллах заррачалар - шлам таркибида чиқиб кетадилар. Аппаратларда ҳосил бўлган чўкмалар эса кучсиз кристалл структурада бўлиб, идиш ва труба деворлардан осон кўчади.

Сувга магнит ишлов бериш аппаратлари мураккаб бўлмай, кўп холларда трубалар оралиғига монтаж қилинади. Улар кўп қутбли ўзгармас ёки ўзгарувчан ток электромагнит тизимлари 2 бўлиб, латун гильза 3 билан герметик беркилади. Сув, аппаратдан 0,2-0,5 м/с тезлик билан оқиб, тескари йўналишдаги магнит майдонларни кесиб ўтади. Аппаратни унумдорлиги соатига 100 м<sup>3</sup>/соатига бўлиб, энергияни солиштирма сарфи 0,03 кВт·соат/м<sup>3</sup>. Магнит ишловдан кейин сув чўкма қотишма ҳосил қилишга қарши хусусиятларини бир суткагача саклайди, кейин бу хусусиятлар йўқолади. Шунинг учун сувга магнит майдонда ишлов бериш даврийлиги 6-8 соат бўлиши керак. Саноатни кўп сохаларида сувга



Расм 12. Сувга ишлов берадиган кўп қутбли электромагнит аппаратнинг схемаси: 1-пўлат корпус, 2-электромагнитлар, 3-латун гильза, 4-электромагнит чулғамларини қисқичлари. магнит ишлов бериш иссиқ алмашув аппаратларини даврий тозалаш муддатларини 2 марта узайтиришга имкон беради. Сув

кам ишлайдиган корхоналарда сувга магнит майдонда ишлов бериш қиймат турадиган ион-алмасув моддалар билан кимёвий ишловни ўрнини босади. Бу муҳимдир, чунки кимёвий ишловда мураккаб қурилмалар ва юқори малакали ходимлар керак бўлади.

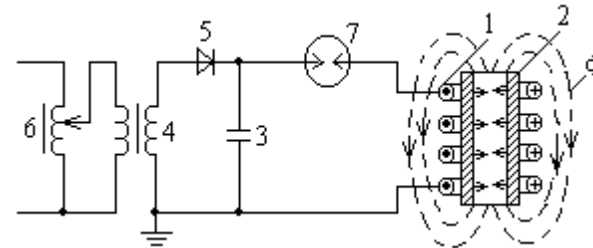
## Маъруза 6.

Магнитли импульс қурилмалари. +урилмани принципиал схемаси ва иш принципи. Магнитли ишлов бериш турлари.

*Магнитли импульс қурилмалари.* Ток ўтказувчи материаллардан тайёрланган буюм ва заготовкларда кучли даврий магнит майдонларни импульслари таъсирида пластик деформациялар ҳосил қилиш учун ишлатилади. Магнитли импульс штамповка, трубаларни қисиш ва кенгайтириш, йиғиш ишлари, тешиклар ҳосил қилиш, импульсли пайвандлаш ва бошқалар учун ишлатилади.

*+урилмани принципиал схемаси ва иш принципи.* Магнитли импульсли қурилмаларни иш принципи магнит майдонларини қувватли импульслари ва заготовкларидида ҳосил бўладиган уярма тоқларни ўзаро таъсирига асосланган.

Ток ўтказувчи заготовкани индукторга қўйилса (расм 13) ва ундан катта амплитудали тоқ импульси



Расм 13. Магнитли импульслар билан ишлов берувчи қурилмани принципиал схемаси: 1-индуктор, 2-

заготовка, 3-сиғимли йиғувчи (конденсаторлар батареяси), 4-қўпайтирувчи трансформатор, 5-тўғрилагич, 6-автотрансформатор, 7-разрядник.

ўтказилса, индуктор атрофида магнит майдон кучланганлигини қувватли импульсли ҳосил бўлади. Унинг энергияси ғалтакнинг индуктивлиги ва ундаги токни квадратига пропорционал:

$$W_m = \frac{LI^2}{2}. \quad (4)$$

Бу магнит майдон заготовкада уярма токни импульсини индукциялантиради, бу токни магнит майдони индукторни ташқи магнит майдонига қарши ҳаракат қилади. Магнит май-

донларни бундай ўзаро таъсири натижасида электромагнит кучлар ҳосил бўлади, уларни йўналишлари «чап қўл» қонидасидан топилади - магнит индукция  $B$  ва ток  $I$  векторларига перпендикуляр, яъни заготовка сиртига босим ҳосил қилинади (стрелкалар билан кўрсатилган). Кучли магнит майдонларида бу босим заготовкани сиртини 1 квадрат сантиметригага ўнлаб тонна бўлиши мумкин. Ичи бўш заготовкани ичида мувозанатловчи босим йўқ ва майдон энергияси механик ишга (заготовкани деформациялашга) ва уни қизитишга сарфланади. Заготовкани сиртига таъсир этувчи босим (МПа):

$$p = \frac{B_1^2 - B_2^2}{2\mu_0} \cdot 10^{-6} \quad (5)$$

Бу ифодада  $B_1$  ва  $B_2$  заготовкани индуктор томонидаги сирти ва заготовкани орқасидаги магнит майдон индукцияси, Тл;  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-6}$  Гн/м магнит доимийси.

Заготовкада сиртини ҳароратини ошишини топиш мумкин:

$$\Delta\tau = B^2/8C_v \quad (6)$$

Бу ерда  $C_v$ -заготовкани солиштирма иссиқлик сифими.

Заготовкани деформацияланиш тезлиги:

$$V = 10B/4 \sqrt{\rho\pi} \quad (7)$$

$\rho$ -ишлов олаётган материални зичлиги, кг/м<sup>3</sup>.

Разряд импульсини давомийлиги шундай танла-надик, магнит майдонни деформацияланувчи деталга кириш чуқурлиги уни деворини қилинлигидан кичикроқ бўлиши керак. Кўрилаётган схема учун импульс давомийлиги 10-20 мкс.

Импульсни қисқа муддатли бўлгани учун катта кучларни ҳосил қилиш мақсадида катта зичликдаги токларни ўтказиш мумкин ( $10^{10}$  А/м<sup>2</sup> гача), чунки жуда қисқа муддатда ўтказгичлар уларни мустаҳкамлик хусусиятлари йўқоладиган даражагача қизишга улгуришмайди. Шунинг учун индукция 80 теслага етади, бир марта ишлайдиган индукторлар учун эса - 200 теслагача. Бу қийматлар ферромагнит материалларни тўйиниш индукциясидан бир неча марта ошади, шунинг учун улар кучли майдонлар техникасида ишлатилмайди. Токнинг бундай юқори



зичликларини (магнит индукцияни ҳам) нисбатан осон ва содда конденсаторларни разрядлаб олинади.

Манба қувватини қуйидаги ифодадан топиш мумкин:

$$W_{\text{мб}} = W_{\text{сн}} = \frac{U^2 C}{2t} \cdot \eta, \quad (8)$$

$W_{\text{с}}$ -заряд контурида тўпланадиган қувват;  $t$ -разрядлар оралиқларидаги вақт, с;  $\eta$ -заряд контурини **ФИК**-и (одатда **ФИК** тахминан 0,5 бўлади);  $U$ -конденсаторларни зарядлаш кучланиши, 5÷20 кВ.

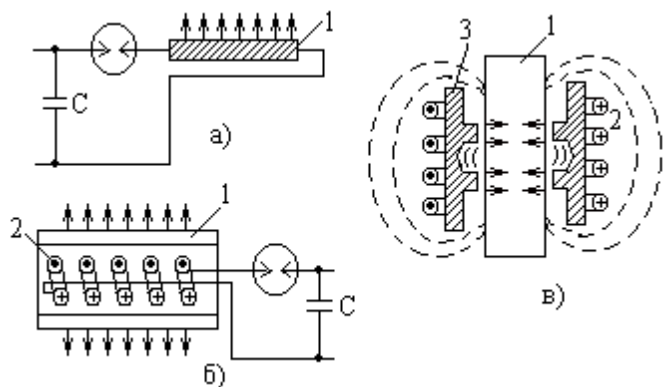
Разрядниклар сифатида ҳаволи разрядниклар, электродлар яқинлаштирилганда ишлайдиган механик коммутаторлар ёки игнитронлар (разрядни бошқарилиши мавжуд) ишлатилади. Зарядловчи контурлари (йиғувчи) юқори доимий кучланиш манбасидан зарядланади, бу манба кўпайтирувчи трансформатор, тўғрилагич, зарядловчи кучланишни ростловчи жиҳоз, ерга улаш ва бошқалардан иборат.

*Магнитли ишлов бериш турлари.* Ишлов беришни магнитли импульс усули анча прогрессивдир. Инерцияли муҳитни йўқлиги (муҳит орқали деталга босим ўзатилади) ҳамда электродинамик кучларни заготовка хажмига тақсимланиши ва аниқ ростланиш бундай қурилмаларни қўллашга кенг имконият яратди.

Расм 14-да магнитли импульслар билан ишлов беришни оддий мисоллари кўрсатилган. Заготовка 1 тўғридан-тўғри разряд занжирига киритилиши мумкин (расм 14,а). Бу ҳолда электродинамик кучлар (стрелкалар билан кўрсатилган) заготовкалардаги ток ва заготовка ёнидаги қайтган симда ҳосил бўлган магнит майдон билан ўзаро таъсир натижасида ҳосил бўлади. Индуктор 2 детал 1 ичига киритилганда (расм 14,б)

Расм 14. Магнитли импульслар билан ишлов беришни турлари:

1-ишлов оляятган деталь, 2-индуктор, 3-магнит майдонни му-  
жассамлантирувчиси.



трубани кенгайиш эффекти ҳосил бўлади. Мураккаб шакли деталларга ишлов бериш учун матрицалар қўлланилади. Агар маҳаллий деформация ҳосил қилиш керак бўлса, индуктор ва заготовка оралиғига металл концентраторлар 3 (майдон ўзгартиргичи) киритилиб, магнит майдон қайта тақсимланади ва детал 1-ни қисмларида юқори босимлар ҳосил қилинади (расм 14,в-даги стрелкалар).

### Назорат саволлари:

Магнит қурилмаларини қўллаш соҳаларини айтинг.

Магнитли ушлагичларни иш принципини тушунтиринг.

Электромагнит сепараторларни иш принципини тушунтиринг.

Сувга магнит ишлов бериш нимага олиб келади?

Сувга ишлов берадиган электромагнитли қурилмани иш принципини тушунтиринг.

Магнитли импульслар ишлаб чиқадиган қурилмалар қандай мақсадларда ишлатилади?

Магнитли импульслар билан ишлайдиган қурилмани иш принципини тушунтиринг.

Магнитли импульслар билан ишлов бериладиган усулни афзалликларини санаб ўтинг.

Магнитли импульслар билан ишлов бериш турларини санаб ўтинг.

## Мавзу: Инфрақизил ва ультрабинафша нурланиш қурил-малари

### Маъруза 7.

Инфрақизил нурлар. Инфрақизил нурланиш манбалари ва уларни қўллаш сохалари. Ультрабинафша нурлар. Ультрабинафша нурланиш манбалари ва уларни қўллаш. Меҳнат муҳофазаси.

*Инфрақизил нурлар.* Инфрақизил нурлар тўлқин узунлиги  $10^{-4} \div 10^{-2}$  см бўлган электромагнит тебранишлардир. Улар спектрнинг кўринадиган қизил қисми ёнида бўлиб, одам кўзига кўринмайдилаор. Инфрақизил нурлар амалда фазода тарқамайдилар ва, жинслар ичига кириб, уларни қиздирадилар. Ичига кириш чуқурлиги қиздириладиган материал хусусиятлари, унинг таркиби, сиртни характериға боғлиқ ва мм-ни бўлакларидан бир неча мм-ларгача бўлиши мумкин.

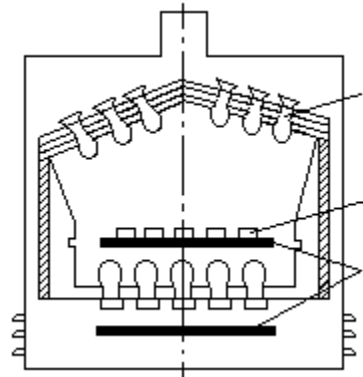
Ҳар қандай модда учун инфрақизил нурланишни энг эффектив қиздирадиган тўлқин узунлиги мавжуд. Ҳаво инфрақизил нурлар учун деярли тиниқ, шунинг учун инфрақизил нурланиш манбасидан қиздириладиган объектга иссиқлик деярли сарфсиз узатилади.

*Инфрақизил нурланиш манбалари ва уларни қўллаш сохалари.* Инфрақизил нурланишни энг оддий манбалари – бу қиздирилувчи лампаларидир. Бунинг учун уларга кучланишни пасайтириб берилади. У холда улар асосан кўринмайдиган инфрақизил нур чиқаришади ва бир оз кўринадиган ёруғлик нурлари бўлади.

Саноат ҳар хил турдаги нурланувчиларни ишлаб чиқади. Ҳар бир турнинг энг эффектив ишлатиш сохасини тайинлайдиган белгилар - бу ишчи ҳарорат, максимал нурланишни тўлқин узунлиги ва нурланишни текис зичлик зонасидир. Инфрақизил нурларни асосий манбалари - бу ойнали қайтаргичға эға ЗС турдаги лампали нурланувчилар (максимал нурланишни тўлқин узунлиги 1,05 мкм), кварцли трубкасимон (2-3 мкм), рефлекторли нометалл стерженсимон қиздиргичлар (6-8 мкм) ва трубкали электр қиздиргичлар.

Махсулотларга ишлов берувчи қурилмаларни лойихалашда ишлов бериладиган материалларни ишловдан олдинги ва ишлов жараёнидаги оптик хусусиятларини, технологик жараёни хоссаларини билиш керак ва бунини асосида энергия сарфлар бўйича рационал бўлган нурланувчини турини танлаш керак.

Инфрақизил нурланиш қурилмалари бўялган буюмларни қуриштириш, нометалл материалларни пай-вандлаш, қиздириш (мустаҳкамлаш, пишириш ва қиз-дириб совутиш печларида) учун ишлатилади. Озиқ-овқат саноатида қиздиришни бу тури гўшт ва балиқ махсулотларини қовуриш, дудлаш, қайнатиш ва қури-тиш учун ҳамда консерваларга ишлов бериш, буғдой, ун ва дон махсулотларини қуриштириш, сут, пиво, мева шарбатларини пастеризациялаш учун кенг қўлланилади. Расм 15-да кичик қалинликдаги текис махсулотларни пиширадиган, терморрадиация лампали печни кўндаланг кесими берилган. Печенье пишириш учун ишлатилганда махсулдорлик бир сменада 5 тоннагача, пишириш муддати эса 2,5-3,5 минутгача. Печни ис-сиклик режими бошқарув пултидан терморрадиация лампаларини алоҳида секцияларини ёқиш-ўчириш билан созилади. Электр энергияни солиштирма сарфи 0,5-2 кВт·соат/кг тайёр махсулотга.



Расм 15. Кичик қалинликдаги ясси махсулотларни пиширишга мўлжалланган печни кўндаланг кесими: 1-терморрадиация лампалар; 2-конвейер; 3-қиздириладиган махсулотлар. Инфрақизил нурланишни қувватлироқ қурилмаларида кварцли нурланувчилар ишлатилади. Улар осон алмаштириладиган нихром ёки вольфрам

спиралли трубка шаклида бўлади. Кварц лампаларни, масалан, йод парлари еки бошқа газлар билан тўлдирилганда, истеъмол қилиниятган энергияни 85%-дан юқори қисmini ўзгартирилиши-

га эришилади. Бундай нурланувчиларни қуввати 4,5 кВт-га етади, иш муддати эса – 1,5 йилга.

Инфрақизил нурлар манбалари сифатида трубкали электр қиздирувчилар, керамик нурланувчилар ва бошқалар ҳам ишлатилади. Нурланиш қуввати бўйича улар терморрадиация ва кварц лампалардан кичикроқ, аммо лампали нурланувчилардан ишончлироқ. Нур оқимини концентрациялаш учун нурланувчиларни кўпи рефлекторлар билан таъминланади ёки колбани бир қисми ойнали аралашма билан қопланади.

*Ультрабинафша нурлар.* Ультрабинафша нурлари (частотаси  $10^{15}$ -дан  $10^{17}$ -гача Гц бўлган электромагнит тебранувчилар) спектрнинг кўринадиган қисмини бинафша қисми ёнида бўлади ва ҳавони кучли ионлаштиради, шиддатли фотоэлектрик ва кимёвий ҳодисаларни ҳосил қилади, бактерияларни ўлдирувчи ва ҳилма-ҳил биологик таъсирларга эга.

*Ультрабинафша нурланиш манбалари ва уларни қўллаш.*

Ультрабинафша нурларни манбаълари – бу симобли-кварц ва газразрядловчи лампалардир.

Симобли-кварц лампалар юқори босимли бўлиб, 1 квт-гача номинал қувватга, 220 ёки 127 В кучланишга ва 50 Гц частотага тайёрланади. Улар кварц ойнасидан тайёрланган трубка бўлиб, спектрнинг максимал нурланиш тўлқини 0.365 микрометр бўлади. Кўринадиган нурларни тўхтатиб қолиш учун баъзи холларда қора увиол ойнадан филтрлар қўйилади, бу ойна ультрабинафша нурларни яхши ўтказидади.

Газ разрядли бактерицид лампалар 15-30-60 Вт номинал қувватга, 220 ва 127 В номинал кучланишга ва

50 Гц частотага чиқарилади. Улар увиол ойнадан тайёрланади ва тузилиши, иш принципи ва улаш схемалари бўйича паст босимдаги люминесцент лампалардан фарқ қилмайди, фақат ойна ички сирти люминофор билан қопланмайди. Энг кўп тарқалган **БУВ** турдаги лампалар энг кучли бактерицид таъсирга эга, нур оқимини яқин 80%-и тўлқинни 0.254 микрометр узунлигида нурланади. Бу лампаларни иш муддати 1500 соат, бундан кейин бактерицид таъсири икки марта камаёди. Бактерицид таъсирини кўтариш учун улар полировка қилинган нур қайтарувчи сирт

(алюмииндан) билан таъминланади. Бу ультрабинафша нурланишни ярим сферани тепа ёки паст қисмига тақсимланишини таъминлайди.

Ультрабинафша нурланиш лампалари стерил-лаштириш, биологик жараёнлар ва кимёвий реак-цияларни рағбатлантириш ва қийинлаштириш учун, хоналарни, ҳавони, сувни, иш столларини, идишларни, асбобларни, кийимларни ва ҳоказоларни дезинфек-циялаш учун ишлатилади. Бу мақсадлар учун қисқа тўлқинли диапазондаги (тўлқин узунлиги 0.20-0,28 микрометр-гача) ультрабинафша нурлар энг эффек-тивдир. Уларни газ разрядли бактерицид лампалар нурлантиради. Бунда нурланиш дозаси биологик жараёнга салмоқли таъсир қилади. Масалан, кичик дозалар пўпанакни ривожланишини рағбатлантиради. Узокрок нурлантирилиш озик-овқат, мева ва сабза-вотларда пўпанак бўлиш эҳтимолини камайтиради. Гўшти даврий нурлантириб турилса, уни музламаган холда, оддий ҳароратда сақлашга имкон бўлади ва гўшт янгидек туради. +иска тўлқинли диапазондаги ультра-бинафша нурлар омборхона хоналарини дезинсек-циялаш учун, омбор зараркунандаларини ўлдириш учун ва бошқаларга ишлатилади. Ҳавони бактериялардан ва пўпанакдан тозалаш эффективлиги 99%-га етади.

Тўлқин узунлиги 0.28-0.32 мкм-гача бўлган ультрабинафша нурланиш медицинада ва ветери-нарияда кенг қўлланилади. У тери қопламаларини куйдиради, инсон ва ҳайвон организмида Д витаминини ҳосил бўлишига ва сут, хамиртуруш, ун каби озик-овқатларда уни сақланишига ёрдам беради.

Узун тўлқинли диапазондаги ультрабинафша нурлар (0,32-дан 0,40 мкм-гача) сигнал қурилмала-ридаги нурланувчи ва флюоресцирланувчи моддаларни уйғотиш учун ишлатилади, масалан, робототехникада ва люминесцент анализ қурилмала-рида. Шундай қилиб янги оқ тухумлар қизил ранг билан флюоресцирланади, эскилари эса ҳаворанг билан товланади.

*Меҳнат муҳофазаси.* Ультрабинафша нурлантирувчилар билан ишлаганда эҳтиётлик чоралари кўрилиши керак: тери қопламалари куйишидан, кўзни атрофида манжетаси мавжуд қора ойнали кўзойнак билан ҳимоя қилиш керак. Буюмларни ва хона-

ларни бактерицид ультрабинафша лампалар билан нурлантириш фақат одамлар йўқлигида бажарилади.

### Назорат саволлари:

+андай нурлар инфрақизил дейилади?

+андай манбалар инфрақизил нурларни ҳосил қилади?

Инфрақизил нурланиш қурилмалари қандай жараёнларда ишлатилади?

+андай нурлар ультрабинафша дейилади?

Ультрабинафша нурларни хусусиятлари нимада?.

Ультрабинафша нурланиш манбаларини айтинг.

Ультрабинафша нурланиш лампалари нима учун ишлатилади?

Ультрабинафша нурланишни медицинада ва ветеринарияда қўлланилишини тушунтиринг.

Ультрабинафша нурларини сигнал жихозларида қўлланилишини тушунтиринг.

Ультрабинафша нурланувчилар билан ишлаганда қандай хавфсизлик қоидаларини бажариш керак?

**Мавзу: Ток ўтказувчи материалларга электр учқунлар билан ишлов бериш**

### Маъруза 8.

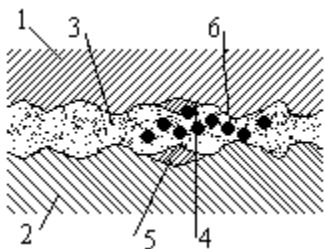
Электр учқунлар билан ёки электр эрозия ишлов бериш усули.

Электр эрозия қурилмаларини электр жихозлари.

*Электр учқунлар билан ёки электр эрозия ишлов бериш усули.*

Ток ўтказувчи материалларга электр учқунлик еки электрэрозия ишлов бериш усули – бу электр учқунлар таъсирида электродлар материалларида эрозия (бузилиш) содир бўлади. Бунда ишлов зонасида заготовка материали эрийди еки буғланиб, суяк еки газ ҳолатида чиқариб ташланади.

Электродларни эрозияси мустақил разрядни ҳамма турларида содир бўлади, аммо учқунли электр разрядда энг катта эффектга эриши-





лади. Суюқ еки газ муҳит билан ажратилган электродлар орасидаги кучланиш тешилиш кучланиши дейиладиган критик қийматга етганда учқун разряд ҳосил бўлади. Натижада электродлар орасида ионлашиш содир бўлади, кескин ( $10^{-7}$  с вақт мобайнида) разряд оралиғини қаршилиги ўзгаради (мегаомни бирларидан ўнлар ва бирлар омгача) ва токни қувватли импульси пайдо бўлади. Учқунли разрядни давомийлиги кичик ( $10^{-2} \div 10^{-7}$  с), шунинг учун металлни эриган томчиларини ажраб, чиқиб кетиши портловчи (импульсли) характерга эга. Бунда разряд зонасида металл ва суюқлик буғларидан газли пуфак пайдо бўлади ва металл томчисига буғлар ва динамик кучлар таъсири

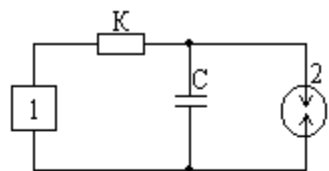
Расм 16. Электр эрозия раз-рядини ривожланишини схемаси: 1-электрод-асбоб; 2-элек-трод-буюм; 3-ишчи суюқлик; 4-газли пуфакча; 5-эриган металл; 6-эриган металлни шарчалари. натижасида у чиқариб ташланади ва ишчи суюқликда шарчалар кўринишида қотиб қолади (расм 16).

Эриган томчи ажрагандан кейин анод сиртида (заготовка, буюм) пиёласимон чуқурлик қолади; пиелани ўта қизиқ турган таги разряд каналини плазмаси билан ўзаро таъсирга киришади ва янги кимевий бирикмаларни ҳосил қилади, улар эса анод ичига диффузияланади. Ишлов олаётган материални сиртий хусусиятларини ўзгартириш усули шу ходисасини ишлатишга асосланган (деталларни электр учқунлар билан муштаҳкамлаш).

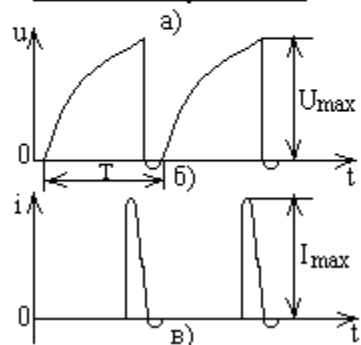
*Электр эрозия қурилмаларини электр жиҳозлари*

Электр эрозия қурилмаларини электр жиҳозлари таркибига манба - импульслар генератори, ишчи аъзоларини силжитиш электр юритмалари (электрод-асбоб, электрод-буюм, ишчи стол), ишчи аъзоларини узатишларини созловчилари, ишчи суюқлик билан таъминлаш системаси, бошқариш ва ҳимоялаш схемалари киради.

Импульс генератори электр эрозия қурилмасини энг муҳим звеносидир, ишлов беришни сифати унинг характеристикасига боғлиқ. Энг оддий ва кенг тарқалган генератор - бу **RC**-генераторидир (расм 17).



Расм 17. RC-генератор схе-маси (а), разряддаги кучланиш (б) ва ток (в) импульслари.



Генератор токни чегараловчи қаршилик орқали энергия тўпловчи конденсаторлар батареяси  $C$  ни таъмин-лайдиган ўзгармас ток манбаси 1-дан иборат. Электрод 2-лар батареяга параллел уланади. Батарея конденсаторларидаги кучланиш электродлараро масофа тешилгунча экспонента қонуни билан ўсади (расм 17, б). Бу онда

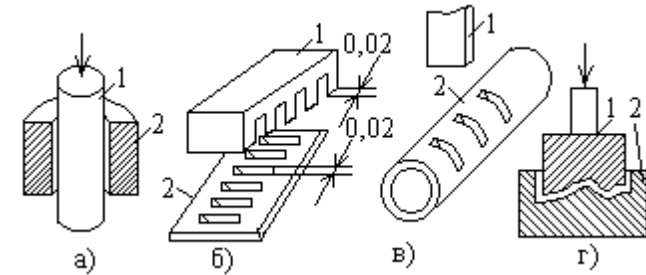
кучланиш кескин пасаяди ва электродлараро масофадан ток импульси ўтади (расм 17, в). Кучланиш ей кучланишидан пасайганда разряд тўхтайтиди. Кейин цикл қайтариледи.

Бу турдаги импульслар генераторини (**RC**-схемани) камчилиги - ток чегараловчи қаршиликда энергияни катта сарфлари ва икки қутбли импульслар олиш мумкин эмаслиги. Расмдан (17, в) кўришиб турибдики, баъзи вақтларда кичик бўлса ҳам тескари қутбли ток бўлади. Аммо тескари қутбли бу тоқлар тўғрилагичлар улаб йўқотилиши мумкин.

Генераторларни мукамалроқ схемаларида коммутацияловчи жиҳозлар ва бошқа схема ечимлари кўзда тутилган. Хусусан, лампали ва тиратронли импульслар генераторлари юқори кучланиш тармоғига конденсатор батареяси ва электродлар орасига пастлатувчи импульс трансформаторларини ўрнатиб, уланишлари мумкин. Коммутацияловчи жиҳозлар сифатида тиристорлар ва транзисторлар ишлатилади. Давомийлиги узунроқ импульслар олиш учун (масалан, деталларга хомаки ишлов бериш учун) махсус ўзгарувчан ток генераторлари ишлатилади. Икки қутбли импульслар берадиган **МГИ-3** турдаги генераторлар ишлаб чиқилган. Улар **ПН-290** турдаги ўзгармас ток машинаси асосида яратилган ва катта тоқларга (100-лар ва

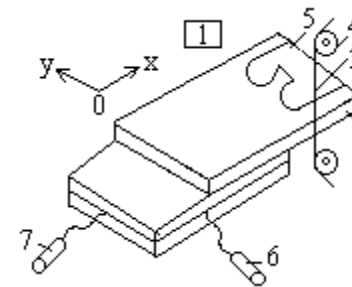
1000-лар А) ва частотаси 1000 Гц-гача паст кучланишларга мўлжалланган. Бундан ташқари, **ОПИ-8/100** турдаги ташқи тўғрилагичли электр машина индукторли генератор ишлаб чиқилган ва ҳоказо.

Электр эрозия ишловни ишлатилишини асосий турлари расм 18 ва 19-ларда келтирилган.



Расм 18. Электр эрозия ишловда бажариладиган технологик операциялар: а-в-тешиқлар ҳосил қилиш; в-бўшлиқларни ҳажмий шакллаш: 1-электрод-асбоб; 2-заготовка.

Механик ишлов бериш мумкин бўлмаган қаттиқ аралашмалар ва мустаҳкамланган пўлатдан тайерланган буюмларни шаклини ўзгартиришда электр эрозия усули жуда эффективдир. Бунда асбобга кучли таъсир йўқ, бу эса усулни асосий афзаллигидир.



Расм 19. Профилланмаган (сим) асбоб билан электр эрозия ишловни схемаси: 1-импульслар генератори; 2-заготовка; 3-ингичка мис еки вольфрам сим (электрод-асбоб); 4-тепадаги қалтак; 5-кесилаятган детални (профили) шакли; 6,7-z ва y ўқлар бўйича силжитиш юритмалари.

### **Назорат саволлари:**

Электр учқунлар билан ёки электр эрозия ишлов бериш усулини мазмунини тушунтиринг.

Эрозия нима?

Суюқ ёки газсимон муҳит билан ажратилган электродлар орасида қачон учқунли разряд ҳосил бўлади?

Учқунли разрядга тушунтириш беринг.

Ўтказувчи материалда учқунли разряд таъсирида қандай ҳодисалар бўлади?

Электр учқунли разряд ёрдамида қандай ишлар бажарилади?

Электр эрозия қурилмасини иш принципини тушунтиринг.

Электр эрозия ишлов ёрдамида қандай технологик операциялар бажарилади?

Импульслар генераторлари тўғрисида тушунча беринг.

## Мавзу: Материалларга ишлов беришни электр киме усуллари

### Маъруза 9-10.

Электролит-электролиз. Гальванопластика. Гальваностегия. Гальваностегия ванналари. Аноддаги электрокимё ишлов. Электрокимёвий тозалаш. Электрокимёвий силлиқлаш ва ялтиратиш.

*Электролит-электролиз.* Бу усуллар электр токининг суюқликларни ток ўтказувчи эритмалари-электролитлардан ўтганда ҳосил бўладиган ходисаларга асосланган. Эритмалардан ўзгармас ток ўтганда—электролиз жараенида-электролитда ва ўтказгичлар сиртида (электродлар сиртида) ҳар хил ходисалар содир бўлиши мумкин: электролитдан модда заррачаларини ажралиши ва электродларга қўниши; металл электрод (ток манбасини мусбат қутбига уланган анод)-ни сиртини эриши; катод сиртида водород газини ва анод сиртида кислород газини ажраши ва бошқалар.

Катод жараенлари (катодда моддани ажраши) гальванопластикада, гальваностегияда ва бошқаларда кенг қўлланилади. Анод жараенлари (анодни эриши) ҳар хил электрокиме ва комбинацияланган ишлов бериш усулларида (электрокиме травленияси-ишлов бериш еки чизиқлар ҳосил қилиш, силлиқлаш, полировка қилиш-ялтиратиш, ялтироқ қоплама қилиш, шакл бериш, электрокиме тамғалаш, чархлаш, анод- механик ишлов бериш, анод-абразив ишлов бериш ва бошқалар) кенг қўлланилади.

*Гальванопластика* - бу металл ва нометалл буюмларни сиртига электрокимё йўли билан металлларни ёпиштириш. Гальванопластика буюмларни аниқ нусхаларини-гальванонусхаларини олиш учун ишлатилади, масалан: типографик клишеларни типик штампларини тайёрлаш, мусиқа пластинкаларини, аниқ штампларни ишлаб чиқиш. Бунинг учун буюмдан оттиск-тескари нусха олинадиган, унинг номи матрица бўлиб, у металл, кўрғошин, мис ёки нометалл бўлиши мумкин.

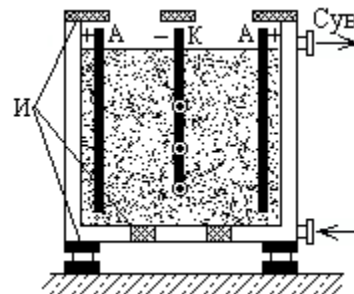
Нометалл (гипс, ёғоч, пластмасса ва ҳ.) матрицаларга овал металл кукун, графит ёки алюминий фольга қопланади ва бу билан уларни сиртида электр ўтказувчанлик ҳосил қилинади. Матрицани асл нусхадан осон ажратиш учун унинг сиртига скипидар, керосин суртилади ва гальваник жараёндан олдин матрица сиртини тозаланади. Кейин матрицани гальваник ваннага солинади ва буюмнинг ичи бўш аниқ нусхасини олинади.

*Гальваностегия* деб металл буюмни юқори механик мустаҳкамлик ва коррозияга бардошлигини ошириш ёки ташқи кўринишини яхшилаш учун сиртига электрокимё йўли билан метал қоплашга айтилади. Гальваностегияга никеллаш, хромлаш, мислаш, кадмийлаш, сиртни цинк, кўрғошин, кўмиш, олтин билан қоплаш каби жараёнлар қарайди.

Катодга қопланган металл гальваник қоплашда майда кристал таркибга эга бўлиши керак, сиртга текис тақсимланган, таркибида бўшлиқлар йўқ ва асосий металл билан мустаҳкам боғланган бўлиши керак. Механик мустаҳкамлик ва коррозияга бардошликни ошириш учун углеродли пўлат сиртига гальванодиффузия усули қўлланилади: гальваник қоплама берилгандан кейин иссиқлик ишлов берилади ва бу билан диффузион қатлам ҳосил қилинади. Пўлат буюмларни никель ёки хром билан қоплашдан олдин қатор холларда деталларни мислаб олинади, кейин эса никелланади ёки хромланади. Баъзида уч қаватли қоплама ҳам яратилади (мис, никель, хром). Бундай қопламалар буюмларни 480-500<sup>0</sup>С-гача қиздирилганда ҳам оксидланишдан сақлайди.

Кумушлаш ва олтинлаш – асосан декоратив мақсадларда қўлланилади. Олтинлаш, кумушлаш ва мислашда қоплама яхшироқ ёпишиши учун электролитга циан бирикмалари қўшилади.

*Гальваностегия ванналари.* Гальванотехник қоплаш учун ванналар одатда пўлатдан тайёрланади, тузли эритма ишлатилса уларни пластмасса, резина, эбонит билан изоляцияланади ёки кислота ва иссиқликка қарши лаклар билан бўялади (расм 20). Катод (К) ва анод (А) шиналари изолятор



Расм 20. Гальваностегия ваннани схемаси.

(И)-ларга ўрнатилади. Катод шиналарига илмоқлар ўрнати-либ, уларга буюмлар осиб қўйилади. Анод шиналари (элек-тродлар) катодга қопланадиган металлдан полоса шаклида та-йёрланади. +атор холларда (масалан, хромлашда) кўрғошиндан еки кўрғошин-сурма аралашмадан эримай-диган анод тайёрланади. Бу холда электролитга доим қопланадиган металл тузларини қўшиб турилади. Электролиз жараёнини тезлаштириш учун электролит иситиб турилади.

Гальваностегия ванналари одатда ўзгармас ток генераторлари ёки ярим ўтказгичли ўзгартиргичлардан энергия олади. Электродлардаги кучланиш 6-24 В, ток эса жараёни параметрлари ва ишлов берилаётган сиртни ўлчамларига қараб ростланади. Токни зичлиги 100-1000 А/м<sup>2</sup>-гача ва ундан юқорироқ. Ток зичлигини кўпайтирилса электролиз тезлашади, аммо қопламани сифати пасаяди. Анод сиртидан олинаётган металлни миқдорини Фарадейни биринчи қонунига биноан топиш мумкин:

$$Q_m = K_3 I t$$

Бу ифодада:  $K_3$ -массали электрокиме эквиваленти, г/(А·соат);  $I$ -ток, А;  $t$ -ишлов бериш вақти, соат. М. Фарадей топганки, ҳар қандай металлни бир грамм-эквивалентини эритиш учун 96500 А·с еки 26.8 А·соат бир хил электр миқдори керак бўлади.

Юқоридаги ифодадан фойдаланиб, ҳар қандай металлни электрокиме эквивалентини ҳисоблаш мумкин, яъни электролитдан 1 А·соат электр ўтганда аноддан ажрайдиган металлни миқдорини (г) ҳисоблаш мумкин:

$$K_3 = \frac{A_m}{26,8n}, \quad (9)$$

бу ерда:  $A_M$ -анод металлни атом массаси;  $n$ -металлнинг валентлиги.

Бу ифода тўғри бўлиши учун келтириладиган энергияни ҳаммаси металлни эритишга сарфланиши керак. Аммо, энергиянинг бир қисми сувни электролизлаш ва анодда кислород ва озон газларини ажратиш учун сарфланади. Шунинг учун, берилган энергия миқдоридан ажраган металлни массаси  $m_{\phi}$  ҳисобланган  $m_x$ -дан оз бўлади. Бу массаларни нисбати ток бўйича чиқиш дейилади,

$$\eta = m_{\phi}/m_x \text{ ёки } \eta = (m_{\phi}/m_x)100\%. \quad (10)$$

Гальваностегиянинг жараёнларини кўпчилиги учун ток бўйича чиқиш анчагина катта (90-дан 100-гача). Фақат хромлашда ток бўйича чиқиш 12% ёнида бўлади, чунки бу жараёнда электроэнергияни асосий қисми қўшимча реакцияларга сарфланади. Ток бўйича чиқиш электр энергиясини фойдали ишлатишини кўрсаткичидир.  $\eta$ -қанча кичик бўлса, энергия сарф-лари ва электр энергияни солиштирма сарфи катта бўлади.

*Аноддаги электр кимё ишлов* электролитга чўк-тирилиб, мусбат электродга уланган деталь сиртини эритиш ходисасига асосланган. Анод жараёнлари Фарадей қонунларига бўйсунди, бу қонунлар ажра-тилган модда миқдори ва ўтқазилган электр миқдори ўртасидаги алоқани белгилайди. Ток бўйича чиқишни ҳисобга олган холда тоза металлларни анодда эритилиш миқдорини қуйидаги ифодалардан топиш мумкин.

$$Q_{ум} = \frac{It}{S} \cdot \frac{A}{n} \cdot \eta \text{ ёки } Q_{ум} = Q_{сол} It, \quad (11)$$

бу ерда  $I$ -заготовкадан ўтадиган ток,  $A$ ;  $t$ -токни ўтиш вақти, мин;  $S$ -заготовкани сирти,  $см^2$ ;  $A$ -буюмларни металлининг атом массаси;  $\eta$ -аноддан ток бўйича чиқиши,  $0 < \eta < 1$ ;  $Q_{сол} = \frac{1}{S} \cdot \frac{A}{n\rho} \cdot \eta$  - металлнинг хажмий ажратилишини солиштирма миқдори,  $см^3/мин$ ;  $\rho$ -заготовка металлни зичлиги,  $г/см^3$ .

Электр кимё ишловини жараёни ҳамма усуллар учун бир хил ва ягона схема бўйича бажарилади. Аммо, электродлар материаллини ва электролит таркибини, реакция содир бўладиган



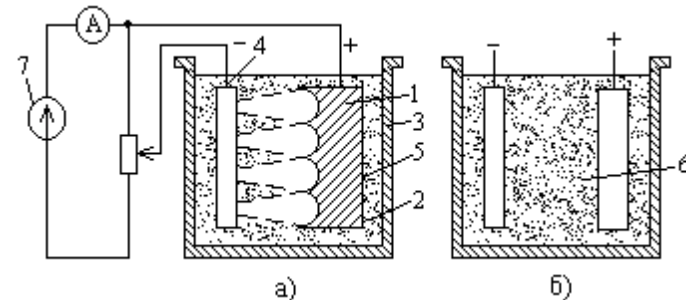
ҳажм ва ўлчамларини (электролит ва ўзаро таъсир маҳсулотлари билан тўлдирилган электродлараро ҳажми), ҳамда жараёни ўтишини шароитларини (ҳарорат, ток зичлиги, реакция маҳсулларини чиқариш тезлигини, электролитни оқшини ва реакцияни бошқа параметрларини) ўзгартириб, электр кимё ишловини вариантларини катта сонини олиш мумкин. Улар ичида деталлар ва буюмларни сиртини хусусиятларини ва ҳолатини ўзгартирадиган пардоз операциялар усулларини гуруҳи муҳим ўрин тутади.

*Электркимё (аноддаги) тозалаш* - сирт ифлосликларини, оксидларини, ўсмаларини, зангни, белгиларни олиб ташлаш ва қирраларни ва метални кесувчи зарраларини текислаш учун ишлатилади. Электркимё текислаш металлларини эришини етарли катта тезликларида (50-500 мм<sup>3</sup>/мин) бажарилади, шунинг учун бундай текислашдан кейин сирт силлиқ бўлмайди. Жараёни тезлиги кенг диапазонда ток зичлигини ва электролит ҳароратини ўзгартириб ростланади.

*Электрокимё (аноддаги) силлиқлаш ва ялтиратиш* - паст ток зичлигида бажарилади ва металлнинг макро ва микро-рельефини ҳосил қилувчи ғадур-ғудурларини эритишдан иборат. Натижада сиртни микрогеометрияси яхшиланади, у силлиқланиб ойна каби ялтирайди. Бу усулда сиртнинг ғадир-будирлиги механик силлиқлаш ёки ялтиратишдаги микдорларига тенг бўлади.

Электрокимё силлиқлаш ёки ялтиратиш жараёни ишлов олаётган сиртни чуқурчаларида (анод) элек-тролиз жараёнида эритишни маҳсулотлари йиғилади. Улар катта электр қаршиликка эга ва шунинг учун ток зичлиги камаёди (расм 21).

Расм 21. Стационар электролитда электрокимё силлиқлаш-



ялтиратиш схемаси: а-детални сиртини ишлов бошланишидаги микрогеометрияси ва токни чизиқлари; б-ўшани ўзи ишлов охирида: 1-ишловдаги деталь; 2-электролит; 3-ванна; 4-катод; 5, 6-ишлов бошланишидаги ва охиридаги ток чизиқлари; 7-манба.

Сиртнинг баландликларида электр майдон концентрацияланади ва ток зичлиги кўпаяди. Шунинг учун баландликларни эриш жараени кўп марта тезлашади ва металлни микросиртини кетма-кет текисланиши содир бўлади.

Текислаш ва ялтиратиш операциялари одатда электролит таркибини ўзгартирмай битта ваннада ба-жарилади. Бунинг учун секин аста ток камайтирилади, бу текислашга характерли бўлган ( $R_a = 0,16 \div 2,5$  мкм) сиртни микрогеометриясидан текис ялтироқ сиртга ( $R_a = 0,025 \div 0,4$  мкм) ўтишга олиб келади. Металлнинг солиштирма ҳажми текислашда 50-100 мкм/мин бўлади, ялтиратишда 0,5-5,0 мкм/мин бўлади. Элект-ролитни таркиби ва режимни параметрлари металлни физик-кимё хусусиятларига боғлиқ. Масалан, **ВМ-1** аралашмани текислаш ва ялтиратишни биргаликда бажариш сульфат кислотани 85% эритмасида, токни зичлиги (1-4)  $10^4$  А/м<sup>2</sup> амалга оширилади. Бунда ваннадаги кучланиш 20-30 В ва харорат 20-40<sup>0</sup>С бўлади. Текислаш жараёнини муддати 5-6 мин, ялтиратишники 15-30 мин.

Электрокимё ишловда энергия манбаси сифатида ўзгармас ток генераторлари ёки кучланиши 6-24 В ва ток кучи 12,5 кА-гача бўлган ярим ўтказгичли туғрилагичлар бўлади. Мехнат ҳавфсизлиги шартларига биноан туғрилагичга берилган кучланиш трансформатор орқали пасайтирилади. Ванналар ерга улашиб, вентиляция билан таъминланган бўлиши керак. Ванналар оралари резина гиламчалар ёпилган ёғоч пол бўлиши керак.

## **Маъруза 11.**

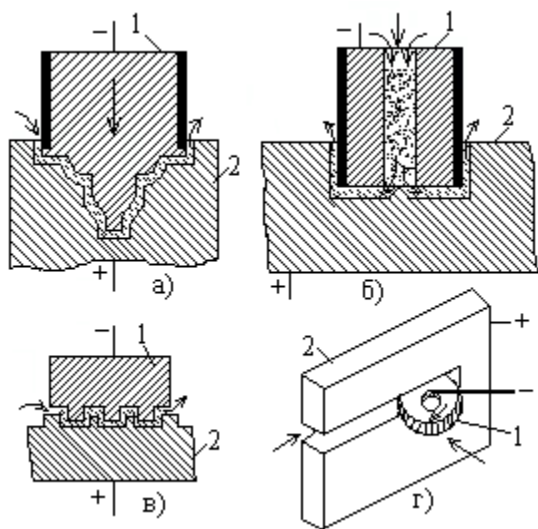
Ўлчамли электрокимё ишлов.

*Ўлчамли электрокимё ишлов.* Асбоб-катодни шаклини анод-заготовкада нусхалашдан иборат, заготовка токни маҳаллий зичлигига қараб эрийди. Бу эффектга эришиш учун электродларни ораси (реакция зонаси) миллиметрдан озроқча қамайтирилади ва реакция маҳсуллари олиб кетувчи электролитни ўтиш тезлиги катта қилинади. Натижада буюмнинг сиртини дастлабки микрогеометрияси ва электролитни таркиби доим тикланиб туради, бу эса ток зичлигини минг мартагача оширишга (текислашда Ампернинг бўлакларидан бир неча минг  $A/m^2$ -гача) имкон беради. Жаъмида жуда юқори унумдорликка эришилади (эрийган металлни 10000-лаб  $mm^3/мин$ ). Ишчи асбоб-катоднинг сарф бўлмаслигида нусхалашнинг юқори аниқлиги ва анод-заготовкани сиртини тозаллиги таъминланади. Катта ўлчамли буюмларга ишлов берилганда, заготовкадан кўп металл олинаётганда ҳамда қаттиқ қотишмалардан ва чиниктирилган деталларга берилаётганда айниқса юқори унумдорликка эришилади ва ҳоказо.

Заготовкага талаб қилинган шакли ва ўлчамларни ҳаракатсиз электрод-асбоб (нусхалаш усули) ва ҳаракатланувчи (масалан айланувчи) асбоб ёрдамида бериш мумкин. Иккинчи ҳолда ўхшаш механик опера-цияларни (шилиш, кесиш, текислаш ва бошқалар) ки-нематикасини қайтариб натижага эришилади. Бирин-чисида асбобни ишлов олаётган буюм билан контакти мавжуд эмас, чунки ораликқа босим билан электролит берилади. Шу сабабли асбоб юмшоқ, ток ўтказувчи материаллардан тайерланиши мумкин.

Ўлчамли электрокимё ишлов қўлланилади: механик усулда қийин ишланадиган материаллардан тайерланадиган, юқори аниқликка эга бўладиган штамплар, пресс-шаклларни ишлаб чиқишда (расм 22, а); мураккаб шаклли сиртларни ҳосил қилиш учун, мураккаб шаклдаги бўшлиқларни кесиш, калибрлаш ва ўлчамларини аниқ миқдорларга етказиш учун (расм 22, б); буюмларга белги қўйиш ва тамғалаш учун (расм 22, в); қат-

тиқ аралашмалардан кесувчи асбобларни чархлаш учун; кўп сонли тешикларни (юмалок, тўғри бурчакли, фасонли ва бошқ.) ҳосил қилиш учун;



Расм 22. Ўлчамли электр киме иш-ловни қўлланилиши: а-пресс-шакллар тайерлаш; б-те-шикларни ҳосил қилиш; в-деталларни тамғалаш ва белги қўйиш; г-заготовкларни кесиш; 1-элек-трод-асбоб; 2-заготовка.

қийин ишланадиган заготовка ва деталларда тоза кесим ҳосил қилишда кесиш учун (расм 22, г); сиртлар ва қирраларни тозалаш, фасонли бўшлиқларни текислаш учун ва ҳоказо.

Айтиб ўтилгандан ташқари ўлчамли ишловни кўп сонли комбинацияланган усуллари мавжуд. Булардан анодлимеханик, электр-абразив, электр-олмос усуллари оддий, фақат бир оз ўзгартирилган металл қирқувчи ва текисловчи дастгоҳларда бажарилиши мумкин.

Ўлчамли электрокимё ишловни энергия истеъмол ҳажми анъанавий жараёнлардан 100 мартагача кўп ва электр эрозия усулларида 10-15 марта кўп. Электр энергияни солиштирма сарфи электродлар орасидаги масофага, электролитни электр ўтказувчанлигига ва ҳароратига боғлиқ. Оралиқни кенгайтириш билан металл ажратилиши камаяди ва нусхалашни ҳатолари пайдо бўлади. Шунинг учун энг тежамкор режим ва нусхалашни аниқлиги электродлараро оралиқни минимал-лигида содир бўлади. Аммо бунда реакция маҳсул-ларини чиқариб

ташлаш мураккаблашади. Ишловни оптимал режими келишув ечимга асосланган.

Электр энергиясини тежаш учун электролитни ўтказувчанлигини ошириш ва энергия манбасини куч-ланишини пасайтириш керак. Электролитни солиш-тирма ўтказувчанлиги ҳарорат ва концентрация кўпайиши билан ортиб боради. Жараёни оптимал параметрлари ишлов олаётган материалга, ишлов турига боғлиқ ва маълумотномаларда келтирилади.

Жараёни энергия сарфини камайиши ва иш-ловни юқори аниқлиги ва сиртни тозаллигини таъмин-лаш энергияни узлуксиз келтиришдан комбинация-ланган усулга ўтишда содир бўлади: ишловни биринчи этапида аниқлик ва тозаллик ҳали муҳим эмаслигида энергияни узлуксиз келтириш мумкин. Иккинчи ва якуний этапларда энергияни импульс-циклли усулда импульсли манба-тиристорли **ВАК** тўғрилагичдан келтириш маъқул. Бунда энергияни импульсли келтириш тиристорли **ВАК** ўзгартиргичдан бўлади, циклик эса электродларни махсус цикл бўйича яқинлаштириш ва узоклаштиришда содир бўлади, бунда ораликни энг минимал қийматларга келтириш мумкин.

## Назорат саволлари:

Электрокимё нимани ўргатади?

Материалларга электрокимё усуллар билан ишлов бериш қандай ходисаларга асосланган?

Электролизни мазмуни нимада?

+андай курилмалар электролизерлар деб аталади?

Электролиз жараёнида ток ва кучланиш, ток зичлиги қандай қийматларга эга?

Электролиз курилмалари электр таъминоти тўғрисида нималарни биласиз?

Электролитик диссоциация деганда нимани тушунасиз?

Электролит нима?

Ионнинг металлдан чиқиш иши деганда нимани тушунасиз?

Гидратация энергияси нима?

+андай ионлар катионлар дейилади?

+андай ионлар анионлар дейилади?

Электрокимёвий эквивалент ўзидан нимани ифодалайди?

Токка ва энергияга кўра модда чиқиши деганда нимани тушунасиз?

Электролитлардан электр токини оқиши хусусиятларини тушунтиринг.

Молизация жараёни қандай жараён?

Алюминий ишлаб чиқаришидаги электролиз жараёнини ёритинг.

Мис электролизи қандай тартибда амалга оширилади?

Мис электролизи жараёнида анод электроди ўзидан нимани ифодалайди?

Мис электролизи жараёнида катод электроди ўзидан нимани ифодалайди?

Мис электролизи жараёнида анод ва катод электродларининг жойлашув тартиби қандай?

Катод ва анод жараёнлари қандай мақсадларда ишлатилиши мумкин?

Гальванопластика нима?

Гальваностегия нима?

Гальваностегия ваннасини иш принципини тушунтиринг.  
Аноддаги электрокимё ишловга тушунча беринг.  
Электрокимё ишловни турларини санаб ўтинг.  
Электрокимё (анодда) тозалаш (травление) нима?  
Электрокимё (анодда) силлиқлаш ва ялтиратиш нима?  
Электрокимё усулида ўлчовли ишлов беришни принципини тушунтиринг.  
Электрокимё ўлчовли ишлов бериш қандай мақсадларда ишлатилиши мумкин?  
Мультипль системаси деганда нимани тушунасан?  
Серий системаси ўзидан нимани ифодалайди?

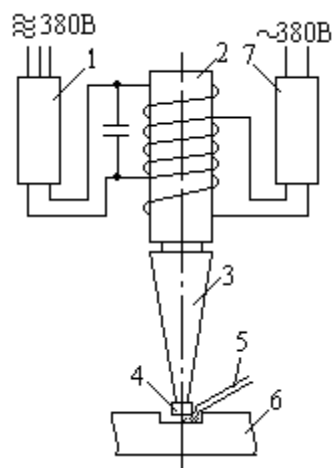
## Мавзу: Ультратовуш қурилмалари

### Маъруза 12-13.

Ишловни ультратовуш усуллари. Ультратовуш қурилмасини асосий вазифаси. Ультратовуш частотасини манбалари. Магнитострикция. Пьезоэлектрик ўзгартиргичлар. Ультратовушни технологик жараёнларда ишлатишни уч асосий сохалари. Ультратовуш ердамида технологик жараёнларни тезлаштириш. Саноат қурилмалари. Ультратовушни озик-овқат ва бошқа саноатларда қўллаш. Ультратовуш ердамида технологик жараёнларни назорат қилиш.

*Ишловни ультратовуш усуллари бошқа усулларга қараганда қатор афзалликларга эга: бошқа усулларда бажариб бўлмайдиган ишлов ва технологик операцияларни бажариш, унумдорликни сезиларли ошириш ва тўла автоматлаштириш ва механизациялаш имконият туғилиши. Шунинг учун улар кенг қўлланилиб келмоқда.*

*Ультратовуш қурилмани асосий вазифаси - саноат частотасидаги электр энергияни ультратовуш энергиясига айлантириш. +урилма (расм 23) қуйидаги асосий қисмлардан иборат: саноат частотасидаги энергияни ультратовуш ( $2 \cdot 10^4 \div 10^8$  Гц)*



*энергиясига айлантирувчи генератор 1; электромагнит энергиясини эластик ультратовуш тебранишларга айлантирувчи вибратор 2; вибраторни кичик*

Расм 23. Деталларга электротовуш билан ўлчамли ишлов берадиган қурилмани схемаси.

*ишлов берилаётган детал 6-ни иш зонасига суюқлик амплитудадаги тебранишларини асбоб 4-ни тебранишларини анча катта амплиту-*



дасига айлантурувчи концентратор 3; келтирувчи эгилувчан шланг ва тўғрилагич 7-дан иборат.

*Ультратовуш частоталар манбалари* сифатида ўз-ўзини уйғотувчи генераторлар (юқори частоталиларга ўхшаш), узлуксиз ишлайдиган тиристорли ва транзисторли ўзгартиргичлар, машина генераторлари хизмат қилади.

**УЗГ-10** (қуввати 10 кВт ва иш частотаси 18-24 кГц) турдаги лампа генератори энг кўп тарқалган.

Магнитострикцион (илгарилаб қайтиб тебранувчи) ва пьезоэлектрик (радиал тебранувчи халқали) электрик тебранишни ўзгартиргичлари энг кўп қўл-ланилиб келмоқда.

*Магнитострикция.* Баъзи бир металллар (темир, никел, кобальт ва бошқалари) стерженлар шаклида бажарилиб, магнит майдон таъсирида ўз узунлигини (ҳажмини ўзгартирмай) ўзгартиради. Бу ҳодиса магнитострикция дейилади. Магнитострикция мусбат бўлиши мумкин (стержен узаяди) ва манфий бўлиши мумкин (стержен калталанади). Юқори частотали манбадан энергия олувчи индуктив ғалтакни ичига никел стержен қўйилса, у магнит оқимни ўзгаришини (ғалтакдаги токни) частотасига пропорционал частота билан узунлигини ўзгартира бошлайди. Бундай ультратовуш механик тебранишлар манбаси вибратор-тебранишларни кичик амплитудасига эга. Тебранишлар амплитудасини катталаштириш учун вибраторга ўзгармас ток оладиган қўшимча чулғам киритиб, магнитланади.

*Пьезоэлектрик ўзгартиргичларни* иш принципи баъзи бир кристалларни электр майдон таъсирида ўз ўлчамларини (қалинлик ва ҳажми) ўзгартириш хусу-сиятига асосланган. Ультратовуш частотали юқори частота майдон таъсирида кристалл деформацияланади

ва бу билан атроф муҳитда шу частота тебранишлар ҳосил қилади. Бундай хусусиятга кварц, сегнет тузи, титан, барий, кўрғошинни цирконат титанатларини бирикмалари эга. **ФИК** ва тебранишлар амплитудасини кўтариш учун ўзгартиргичлар кўп қатламли қилиб тайерланади. Ўзгартиргичларни тебранишларини мак-симал амплитудаси 10 мкмдан ошмайди, технологик мақсадлар учун эса анча катта амплитуда керак. Ўзгартиргичларни параметрларини юк билан келиш-тириш ва ультратовуш тебранишларни иш зонасига узатиш учун концентраторлар ёки тезликни акустик трансформаторлари хизмат қилади.

Манба ишлаб чиқаётган тебранишларни қуввати  $P = \Delta W S$ , бу ерда  $\Delta W$ -товуш энергиясини зичлиги- энергия оқимини уни йўналишига перпендикуляр бўлган сиртни бирлигига нисбати;  $S$ -тебранишлар манбасини ўраб олган берк сирт.

Концентраторни ҳамма кесимларида тебранишлар қуввати бир хил бўлгани учун товуш интенсивлигининг катта кесимдаги қиймати  $\Delta W_1$  (вибратор енида) кичик кесимдаги (иш асбобида)  $\Delta W_2$  қийматига нисбати концентраторни бошланиши ва охири кесимларига тескари пропорционалдир  $\Delta W_1/\Delta W_2 = S_2/S_1$ . Концен-траторни кесимларини вибратор енида катта ва асбоб енида кичик деб, товушнинг катта интенсивликларини (энергияни мужассамлашганини) олиш мумкин.

Материалга ишлов берилаятганда асбоб 4-ни учига (расм 23) шланг 5 орқали ишчи суюқлиги ва абразивни заррачаларидан (олмос, карбит, бор ва кремний, электрокорунд) иборат суспензия берилади. Ультратовуш тебранишлар таъсирида абразивни заррачалари юз минглаб ва хаттоки миллион марта оғирлик тезланиш кучидан каттароқ тезланиш билан ҳаракатланади. Улар ўз оғирлигидан бир иеча минг марта катта куч билан деталга урилади. Ишлаётган заррачаларни сони жуда катта ва улардан ҳар бири

секундига 20 дан 40 минггача зарба қилади (магнитострикцион ўзгартиргичлари 46 кГц-гача частоталарда ишлайди), шунинг учун ишлов тезликлари катта.

Ультратовуш энергиясини оқимини зичлиги бнр хиллигида сувдаги босим ҳаводагидан 58 марта катта, бу эса техноло-



+урилмани асосий қисми пермендюрдан тайер-ланган магнитострикция ўзгартиргичи 1 ва концен-тратор 2-дир. Уни учида ишчи аъзо 3 мавжуд. Пайвандланадиган буюм 4 ишчи аъзо ва босим механизми 5 орасига қисилади, пайвандлаш вақтида босим ҳосил қилиш учун бу механизмга катта бўлмаган куч  $F$  берилади.

Ультратовуш тебранишлар табиий ва сунъий плёнкаларни (оксидланган, лок қопламалари ва бош-қалар) бузиб ташлайди. Шунинг учун сиртларни олдиндан тозалаш керак эмас. +ийин эрийдиган ва актив металллар яхши пайвандланади (молибден, цирконий, титан ва бошқалар) ҳамда турли ҳар хил металллар, масалан, мис, алюминий, никель.

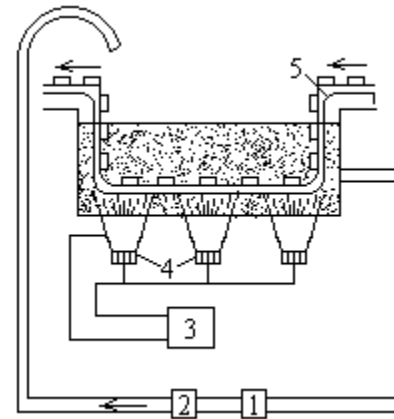
Ультратовуш усуллари қалайлаш ва нометалл сиртларни (чинни, радиокерамика, ойналар ва иссиқ-бардош пластмассалар) металлаш учун ишлатилади.

Металл эритмасига ультратовуш билан таъсир қилинса, унинг асосий физик-кимё хусусиятлари ўзгаради: қовушқоқлик, шакл ва эритма ва эритма ва қаттиқ фаза орасидаги сирт тортилиши, ҳарорат; газга тўйиниши камаяди; қотган эритмаларни механик ҳарактеристикалари яхшиланади. Юқори эритувчанлик шароитлари яратилади ва бунда янги, илгари ноъмалум бўлган қотишмалар пайдо бўлади. Улар дисперсли дейилади (алюминий ва қўрғошиндан, алюминий ва кремний диоксидидан, дура-люминий ва пўлатдан).

*Ультратовуш ердамида технологик жараёнларни тезлаштириши.* Ультратовушни амалда ишлатилишини энг кенг худуди - технологик жараёнларни интенсивлаш, масалан хромлаш жараёнида электролитга ультратовуш тебранишлар берилса жараён 5 марта тезлашади, кумушлашда эса 15 марта тезлашади. Деталларни ифлосликлардан (мойли, оксид плёнка, коррозия маҳсуллари, флюслар ва бошқалар) тозалаш айниқса эффеқтли.

*Саноат қурилмалари.* Тозаловчи саноат қурилмалари УЗУ ва УН турдаги стол устига қўйиладиган кичик габаритли, қуввати 0,1-0,4 кВт-гача бўлган қурилмалар ва УЗВ турдаги ультратовуш ванналарга (расм 25) бўлинади. Майда деталларни тозалашда 25 кГц-гача частоталар иш-латилади, катталарида эса

1600 кГц-гача. Тозаланадиган буюмлар ваннага занжирли транспортер 5 ёрдамида узатилади. Ювадиган суюқлик насос 1 билан филтър 2 орқали берилади. Ультратовуш теб



Расм 25. Деталларни тозалайдиган ультратовуш қурилмани схемаси: 1-насос; 2-филтър; 3-юқори частота генератори; 4-ультратовуш ўзгартиргичлари; 5-транспортер.

ранишлар генератори 3 ва ўзгартиргичлари 4 ваннада ультратовуш тебраниш-ларни ҳосил қилади. Кавитацияни майдалаш таъсири ва суюқлик-

ни ультратовуш тебранишлар ҳосил қилган турбулент ҳаракати натижасида аслида аралашмайдиган моддаларни мустаҳкам эмулсияларини ҳосил бўлиши кузатилади, масалан сув-мой, сув-симоб, сув-бензин ва бошқалар.

*Ультратовушни озик-овқат ва бошқа саноатларда қўллаш.* Ультратовуш озик-овқат саноатида ҳам истиқболга эга. Уни таъсирида микроорганизм ва бактериялар ҳалок бўлади. Буни сут, мева шарбатлари ва бошқа озик-овқатларни пастерлаш учун ишлатилади. Жараёнларни тезлашишини вино тайёрлаш мисолида кўриш мумкин. Ундан вино тоши, бўевчи ва азотли оксил моддаларини чиқариб ташлаш керак. Одатда бу жараён икки ойча давом этади. Ультратовуш ишловда эса вино тошини олиб ташлаш ва уни рангини очиш жараёни вино ҳидини ва таъмини бузмай 80 марта тезроқ кечади. Кимё ва енгил саноатида ультратовуш, масалан каучук ва целлюлоза ишлаб чиқаришда юқори молекулали бирикмаларни майдалаш жараёнларини, матоларни бўяш ва терига ишлов жараёнларини тезлаштириш учун ишлатилади.

Тўқимачилик саноатида жун ёғини совунлаш учун спирт муҳитида 15 соат қайнатилади. Ультратовушларда эса 40-50 минутда бажарилади.

*Ультратовуш ёрдамида технологик жараёнларни назорат қилиш.* Ультратовуш ёрдамида намуна олмасдан технологик жараённи узлуксиз назорат қилиш мумкин. Ультратовушни тарқалиш тезлиги муҳитни физик-кимё характеристикаларига боғлиқлиги туфайли тез-ликни ўлчаб муҳитни таркиби ва хусусиятларини ўзгаришини билиш мумкин, унинг концентрациясини назорат қилиш, қўшилмалар мавжудлигини аниқлаш ва технологик жараённи кетишини кузатиш мумкин.

Шундай қилиб, ультратовуш қурилмаларни иш-латиш имкониятлари кенг ва хилма-хил. Бунга қарамай бу қурилмалар қатор камчиликларга ҳам эгадирлар: кўп жараёнларни катта энергия талаблиги ва қурилмаларни махсус тайёргарликдан ўтган ходимлар томонидан ишлатилиши. Шунинг учун, қайсидир ультратовуш усулни ишлатилишини мақсадга мувофиқлиги техник-иқтисодий ҳисоб-китоблардан келиб чиқиши керак.

### Назорат саволлари:

Ишловни ультратовуш усуллари нимадан иборат?

Деталларга ўлчовли ишлов бериш қурилмасини ишини тушунтиринг.

Ультратовуш частотасини манбаларини тушунтиринг.

Магнитострикция нима?

Пьезоэлектрик ўзгартиргичларни иш принципига тушунча беринг.

Концентратор нима?

Нимага сувда ультратовуш билан ишлов беришни эффективлиги юқори.

Ультратовушни технологик жараёнларда ишлатилишини уч асосий сохаларини айтинг?

Ультратовуш ишлов беришни пайвандлаш техникасида қўллаш имкониятларини айтинг.

Ультратовуш тебранишлари ёрдамида яна қандай ишларни бажариш мумкин?

Ультратовуш ёрдамида технологик жараёнларни тезлаштириш имкониятларини санаб ўтинг.

Ультратовушни озик-овқат ва бошқа соха саноатларида қўллаш имкониятларини тушунтиринг.

Ультратовуш ёрдамида технологик жараённи назорат қилиш принципини тушунтиринг.

Ультратовуш қурилмаларини камчиликларини санаб ўтинг.

## Мавзу: Тўғридан тўғри қиздирувчи электротермик қурилмалар

### Маъруза 14.

Электротермик қурилмалар. Электротермик қурилмаларни таснифланиши. Ишлатиш сохалари. Электрик характеристикалар. Металл заготовкани тўғридан-тўғри қиздирувчи қурилма. Озиқ-овқат саноатида қўлланилиши. Электроплазмолиз. Тўғридан-тўғри қиздирувчи электр печлари.

*Электротермик қурилма* - электр билан қиздириш жиҳозлари, улар энергия манбалари ва қиздириш жараёнини бошқарадиган аппаратлардан иборат комплексдир.

Электротермик қурилмаларда электр энергияси иссиқлик энергиясига айланади. Оддий конструкция ва юқори **ФИК**-га эга бўлганлиги туфайли (электр энергия тўла иссиқликка айлантирилса **ФИК** = 1 бўлади), улар саноатни ҳамма сохаларида, транспортда, қурилишда, қишлоқ хўжалигида, маиший ҳаётда кенг қўлланилади.

*Электротермик қурилмаларни таснифланиши.* Электротермик қурилмаларни конструкцияларини жуда кўп турлари мавжуд. Улар қиздириш тури, ўлчамлари ва қуввати бўйича ажратилади, аммо таснифлаш анча мураккаб.

Электр энергиясини иссиқликга айлантириш усулига қараб электротермик қурилмаларни шартли равишда 5 гуруҳга булиш мумкин:

1. +аршилик билан қиздириш.
2. Электр ёй билан қиздириш.
3. Индукцион қиздириш.
4. Диэлектрик қиздириш.
5. Конбинацияланган усуллар.

Ҳар бир гуруҳга ҳар хил принципда ишлайдиган, тузилиш ва вазифаси ҳам ҳар хил қурилмалар киритилади. Масалан, қаршилик билан қиздириш қурилмалари бевосита ва билвосита қиздирадиганлардан иборат.



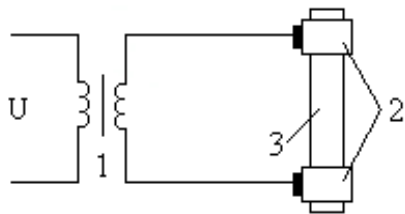
Бевосита қиздирувчи электротермик қурилма-ларда қиздириладиган ток ўтказувчи буюм (материал) электр занжирга тўғридан-тўғри ёки пасайтирувчи трансформатор орқали уланади.

+издирилайётган буюмдан ток ўтганда (унинг қаршилиги 0-эмас) электр энергия иссиқлик энержиясига айланади. Жоуль-Ленц қонунига биноан ток ўтганда ажрайдиган иссиқлик  $Q = I^2RT$ , бу ерда  $I$ -ток, А;  $R$ -қаршилик, Ом;  $T$ -вақт, с;  $Q$ -иссиқлик, жоульда ўлчанади.

*Ишлатиш сохалари.* Бевосита қиздириш қурилмалари штамплаш ва шакл бериш, қатор буюмларни мустақамлаш, сим ва лента ишлаб чиқаришда, баъзи юқори ҳароратли кимё термик жараёнларда (кўмир электродларни графитлаш, карборунд ишлаб чиқиш), озик-овқат, шиша пишириш саноатларида, музлаган трубаларни эритишда ва бошқаларда кенг қўлланилади. Бевосита қиздириш қурилмаларига иситиш ва қайноқ сув билан таъминлашга хизмат қиладиган электродли сув иситиш ва пар ҳосил қилиш қозонлари киради.

*Электрик характеристикалар.* Одатда бевосита қиздирилувчи буюмни қаршилиги оз шунинг учун керакли қувватни ( $P = U^2/R$ ) нисбатан паст кучланишларда – бирлардан ўнларгача  $V$ -ларда олиш мумкин. Ундан ташқари ишлов олаётган буюмлар ва материалларни электр қаршилиги ташқи шароит, шакл ва геометрик ўлчамларга боғлиқ бўлиши мумкин. Шу сабабли бевосита қиздириш қурилмаларида ўзгарувчан ток ва трансформаторлар қўлланилади. Бу билан иккиламчи кучланишни ростлаш диапазони кенг бўлади. Бундай трансформаторларни иккиламчи чулғамлари катта тоқлар туфайли битта ўрам шаклида бўлиши мумкин.

*Металл заготовкани тўғридан-тўғри қиздирувчи қурилма.* Расмдаги бевосита қиздириш схемасида қиздирилаятган заготовка 3 қисувчи қурилма ёрдамида 2 контактларга уланади, улар эса трансформатор 1-га уланган. Контактлар юқори ўтказувчанликка ва мустақамликка эга материалдан оғир вазнли қилиб



Расм 26. Металл заготовкани тўғридан-тўғри қиздирувчи қурилмани принципиал электр схемаси.

тайерланади. Кўпинча уларни ичини бўш қилинади ва сув билан совутилади.

Тўғридан-тўғри қиздирувчи жиҳозларни афзалликлари қуйидагилар:

- заготовкани тезда (бир неча ёки ўнлар секундда) қиздирилиши таъминланади, бу эса юқори унумдор-ликни, иссиқликни оз сарфларини ва катта **ФИК**-ни таъминлайди ( $\eta = 70-75\%$ );
- металлни деярли оксид плёнкага сарфланмаслиги;
- қурилмани кичик габаритлари ва иш шароитини яхши-ланиши.

+урилмалар камчиликларига мураккаб шакли деталларни ҳар хил кесимларда ток зичлиги бир хил бўлмаганлиги сабабли бир хил қиздирилишини таъ-минлаб бўлмаслигини кири-тиш мумкин.

Ўтказгични кесимидаги ток зичлиги сирт эффекти, яъни токни сирт қатламларига чиқазиб юборилиши туфайли ўзгариб туради. Бу иссиқликни текис ажрамаслигига ва заготовка мате-риалини актив қаршилигини ўзгаришига олиб келади. Металл-ни сирт қатламида сингиш чуқурлиги  $\delta_s$ -га тенг қалинликда энергияни 86,8%-зи ажрайди. Тахминий ҳисобларда иссиқлик-ни ҳаммаси сирт (актив) қатламда ажрайди деб ҳисобланади. Шуларни ҳисобга олиб, қизийдиган қалинликни тахминий ифо-дадан топилади:

$$\delta_s = 503 \sqrt{\rho \mu_r f} \quad (12)$$

бу ерда  $\mu_r$ -заготовка материални нисбий магнит сингдирувчан-лиги;  $\rho$ -солиштирма қаршилик, Ом.м;  $f$ -ток частотаси, Гц.

*Озиқ-овқат саноатида қўлланилиши.* Бевосита қиздириш усули озиқ-овқат саноатида нон пиширишда, хамирни иситишда, муз-

лаган майда балиқни музини эритишда ва бошқаларда ишлатилади.

Хамир ва бошқа сув билан ун аралашмалари ярим дисперс таркибида бўладилар ва ионли ўтказувчанликка эгадирлар. Бу аралашмалардан ўзгарувчан ток ўтказилса, аралашма текис қизийди, бу эса массани ҳаммасини бир жинсли бўлишини таъминлайди, тепа қатламларни ўта қизишига ва қотган қисмларни ҳосил бўлишига йўл қўймайди.

Электр контакт усулида нон пиширишда электр токи диэлектрик қолипга металл пластинкани элек-тродлар орқали келтирилади. Электродлар қолипни ён сиртидир, ток ўтганда хамирда иссиқлик ажрайди ва унинг ҳажми тез ва текис қизийди. Бу нон пиширишни электр контакт усулини асосий афзаллигидир. Нон юқори сифатли, силлиқ куйдирилмаган, узилиш ва ажунгларсиз чиқади, юмшоқ эластик ва текис тақ-симланган ҳаво пуфакчалари ва намлик билан чиқади. Пишириш вақти бир неча марта камаёди, 127 В кучланишда яқин 10 минутни ташкил қилади. Нон вазнини камайиши анча кичиклашади. Электр контакт усул иссиқлик режимини осон ва аниқ созлашга ва жараёни тула автоматлаштиришга имкон беради. Электр энергияни солиштирма сарфи нон пишириш усулини қиздиришни анъанавий радиацион-конвектив усулига қараганда 2-2,5 марта оз. Камчилиги - нон сиртларида қотган қатлам йўқлигидир. Шунинг учун электр контакт усул бисквитлар, сухарилар тайёрлаш ва қотган қатламсиз нон пишириш учун ишлатилади. Бу камчилик пиширишни комбинацияланган усулида бартараф этилиши мумкин.

Частотаси 50 Гц-ли ўзгарувчан ток билан бево-сита қиздириш балиқни қайта ишлаш корхоналарида музлатилган майда балиқни блокларини муздан туши-риш учун ишлатилади. Электр контакт усули билан саноат корхоналарида мева ва сабзавотларни консер-валашда ишлов бериш (электроплазмолиз) учун ишла-тилади.

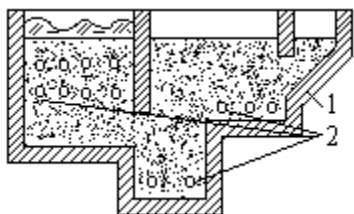
*Электроплазмолиз.* Электроплазмолиз жараени озиқ-овқатларни тез айланаётган электродлар орасидаги ораликдан

ўтқазилган иборат. Электродларга 100 В ўзгарувчан кучланиш берилган бўлади.

Бу усулда махсулотларни ҳужайралари бузилади ва шарбатни чиқиши кўпаяди.

*Бевосита қиздириш электр печлари.* Бевосита қиздириш электр печлари ҳар хил технологик жараёнлар учун ишлатилади: сортли ва махсус шиша массаларини қайнатиш, кўмир буюмларни графитлаш, карборунд ишлаб чиқариш ва бошқалар.

Шиша қайнатиш печ (расм 27) ичи юқори гли-



Расм 27. Шиша қайнатувчи электр печни схемаси.

нозёмлик, магнезитлик ёки бошқа ўтга қарши материаллардан тайёрланган блоклар билан қопланган ва бир неча бўлимлардан иборат ваннадир. Бўлимлар шикани эритиш учун, шишани қўшилмалар билан қайнатиш учун ва тайёр масса учун бўлинади. Шиша массасидан ўзгарувчан ток ўтганда ажрайдиган иссиқлик ҳисобига ҳар бир бўлимда белгиланган ҳарорат ушлаб турилади. Ток девор ёнидаги ва ваннанинг паст қисмидаги электродлар 2 орқали келтирилади. Шишани сортга қараб электродлар темирдан, молибдендан ёки графитдан цилиндр симон, тўғри бурчак шаклида ёки пластинка шаклида тайёрланади. Электродларга энергия пасайтирувчи бир ва уч фазали иккиламчи кучланиши ростланадиган (50-200 В) трансформаторлардан келтирилади. Электродлар бир ёки уч фазали гуруҳларни ташкил қилишади. Трансформаторларни қуввати бир неча минг киловольтамперга етиши мумкин.

Газда қиздириладиганларга қараганда электр билан бевосита қиздирилувчи шиша пиширувчи печлар қуйидаги афзалликларга эга:

-шиша массасини ёнилғини ёниб бўлган қолдиқлари билан ўзаро таъсирини йўқлиги, бу шишани сифатини анча оширади;

-пиширишни жараёни тезлашади ва печни термик **ФИК**-и кўтарилади;

-печни ўлчамлари кичради ва иш жойини санитария-гигиена шароитлари яхшиланади.

## Назорат саволлари:

Электротермик қурилма нима?

Электротермия деганда нимани тушунаси?

+андай жараёнлар электротермик жараёнлар тоифасига киради?

+андай қурилмалар электротермик қурилмалар деб аталади?

+андай иссиқлик алмашув усуллари биласиз?

Электротермик қурилмаларда электр энергияси қандай усулларда иссиқлик энергиясига айланади?

Иссиқлик ўтказувчанлик усулини қандай тушунаси?

Конвектив иссиқлик алмашуви қандай усул?

Нурли иссиқлик алмашувини тушунтириб беринг.

Тўғридан-тўғри қиздириш қурилмасини иш принципи?

Бевосита қиздириш қурилмалари қайси ишлаб чиқаришларда ишлатилади?

Бевосита қиздириш ускуналарини трансформаторлари?

Бевосита қиздириш усулини афзалликлари ва камчиликлари.

Бевосита қиздириш усулини озиқ-овқат саноатини қайси жабҳаларида ишлатилади ва бунинг афзалликлари?

Электроплазмоллиз нима?

Бевосита қиздириш печларини тузилиши, иш принципи ва турлари?

## Мавзу: қаршиликда билвосита қиздирилувчи электр печлар

### Маъруза 15-16.

Билвосита қаршиликда қиздирувчи электр печлари. Таснифлаш. Камерали печ. Шахтали печ. Печларни электр ускуналари. Печлардаги ҳароратни, қувватни ростлаш.

Билвосита қаршиликда қиздирувчи электр печлари.

Билвосита қиздирилувчи электр печларда электр энергияси махсус қиздирувчи элементларда иссиқликка айланади. Улардан эса иссиқлик қиздирилятган мате-риалга конвекция, нурланиш ва иссиқлик ўтказув-чанлиги йўли билан узатилади. Шунинг учун ишлов олаётган материални электр хусусиятлари қурилмани ишига таъсир қилмайди.

Билвосита қиздириш электр печлар ва ванналарда (тузли, мойли, селитра, кўрғошин тўлдирилган ва бош-қалар), электр калориферларда, сув иситгичларда ва бошқаларда энг кўп қўлланилади.

*Таснифлаш.* Билвосита қиздириш электр печлари энг кўп тарқаган электротермик қурилмалардир ва улар бўлинади:

*қиздириш усулига қараб* - даврий ёки узлуксиз ишлайдиганларга;

*технологик вазифа бўйича* - металлларга, шишага, махсулотларга, керамикага, пластмассаларга ва бошқа материалларга термик ишлов бериш учун, эритувчи, қуритувчи ва бошқаларга;

*ҳарорат режими бўйича* - паст ҳароратли ( $700^{\circ}\text{C}$ -гача), ўрта ҳароратли ( $1250^{\circ}\text{C}$ -гача) ва юқори ҳароратли ( $1250^{\circ}\text{C}$ -дан юқори).

Даврий ишлайдиган печлар камерали, ажраб чи-қувчи листли, шахтали ва қалпоқли бўлади. Улар ме-талларга термик ва кимё-термик ишлов бериш учун, қаттиқ кавшарлар билан кавшарлаш учун, корхона лабораторияларида (муфель печлар, вакуумли қуритувчи шкафлар, термостатлар ва бошқалар) қуритиш, озиқ-овқат махсулотларини пастерлаш, нон ва кондитер махсулотларини пишириш учун ишлатилади. Улар тузилиши

бўйича оддий ва ихчамдир. Бу печларни хусусияти шуки, қиздириладиган буюм ёки материал печда ишлов бериш жараёнида ҳаракатсиздир.

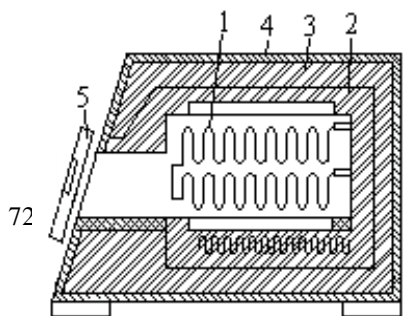
Оммавий конвейерли ишлаб чиқаришда узлуксиз ишлайдиган печлар қўлланилади ва ишлов олаётган буюмлар ҳарорат зоналарига илгарилама-бўйлаб сил-житиб турилади. Силжитиш механизмини турига қараб конвейер печлари (буюм печ ичида конвейер лентасида силжитилади), сурувчи (деталлар сургич билан силжи-тилади), каруселли, барабанли (буюмлар винтли бўш-ликқа эга иссиқ бардош барабанга қўйилади), торти-лувчи (ишлов олаётган сим еки лента ўралувчи еки ечилувчи жиҳозлар ердамида силжитилади) ва ҳоказо.

Узлуксиз ишлайдиган печлар жуда унумдор ва термик цехларда деталларни уриб шакллаш, штамплаш еки термик ишлов бериш учун ва кимевий, шиша ишлаб чиқариш, нон пишириш, кондитер цехлар ва бошқа корхоналарда қўлланилади.

Кўп технологик жараёнларда печни ишчи зона-сида вакуум ҳосил қилиш ёки уни инерт газ билан тўлдириш керак бўлади. Шунга қараб қаршиликли печлар вакуумли, газ тўлдирилган ёки вакуум-компрессорли дейилади.

Электр печларда иссиқлик алмашув жараёни катта миқдорда ишчи ҳароратга боғлиқ. Паст ҳароратли печларда асосий роль конвектив усулдаги иссиқ алмашувда бўлади. Шунинг учун уларни номи конвектив печлар. Ўрта ва юқори ҳароратли печларда нурли иссиқ алмашув бўлади ва улар радиацион дейилади.

Футерланган камера бўлган *камерали электр печ* тузилиши расм 28-да кўрсатилган. Камера деворлари иссиқ бардош ғишт 2 билан ва иссиқлик изоляцияси 3 билан қопланган, ташқаридан эса листли еки профилланган пўлатдан ясалган қапқоқ 4 билан ёпилган.



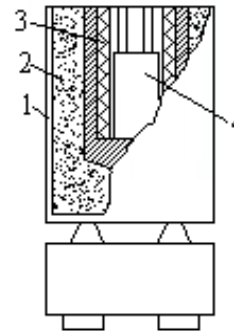
Расм 28. Камерали печни тузилиши.



Камерани ички сиртларида қиздирувчи элемент 1-лар ўрнатилган. Улар иссиқ бардош, катта қаршиликка эга аралашмалардан симли спираль ёки лентали тўлқинлар шаклида тайерланади. Буюмлар эшикча орқали киритилади ва чиқарилади. Кичик печларни эшикчалари педалли еки пневматик, катта печларники эса электромеханик юритмага эга.

Бу печларни асосий камчилиги - ишлов бериладиган буюмларни киритиб-чиқарилишини қийинлиги. Бу операцияни механизациялаш учун печлар тагига под дейиладиган махсус футерланган, буюмни печга киритувчи-чиқарувчи аравачалар қўйилади, бундай печлар ҳаракатланувчи подли еки элеваторли печлар дейилади. Уларда аравачалар печ камерасига гидравлик еки электромеханик юритмали махсус кўтарувчи стол ёрдамида кўтарилади.

*Шахтали печлар* (расм 29) ўлчови узун, катта габаритли ҳамда



Расм 29. Шахтали электропечни схематик кесими: 1-корпус; 2-иссиқлик изоляцияси; 3-иситгичлар; 4-ишлов бериладиган буюм.

корзиналардаги майда буюмларга термо-ишлов бериш учун қўлланилади. Шахтаси доира ёки квадрат кесимли бўлиб, иш зонаси турли ўлчамли ва турли ҳароратда ишлашга мўл-жалланади. Буюмларни тушириб-чиқариш печ тепасидаги қапқоқ орқали кран ёки тельфер билан бажарилади. +апқоқ пневматик ёки электромеханик юритма билан очилади.

*Печларни электр ускуналари.* Печларни электр жиҳозлари техно-логик вазифа ва қувватга боғлиқ. Уларни конструкциялари хилма-хил. Кичик қувватлилари одатда бир фазали қилинади, ўрта ва катта қувватлилари - уч фазали қилиниб, тўғридан-тўғри 220/380 В тармоғига уланади еки махсус пасайтирувчи ва иккиламчи кучланиши кенг диапазонда ростланадиган электропечли трансформаторлардан энергия оладилар. Токлар катта

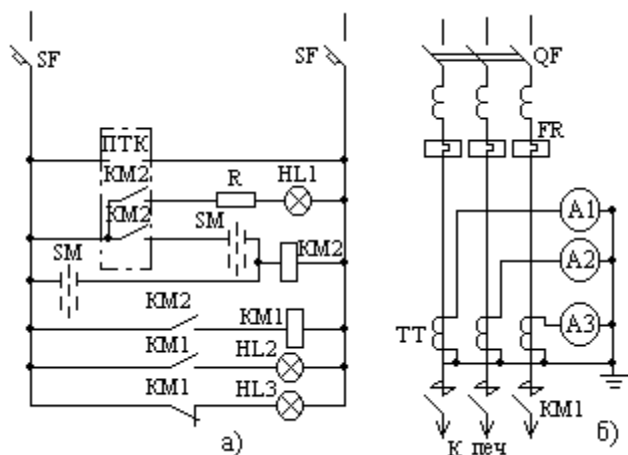
бўлгани учун симларда сарф катта бўлади, шунинг учун трансформаторлар печ яқинига ўрнатилади.

Электр печларни бошқариш учун: иситгичларни дистанцион ёқиш, иссиқлик зонасини ҳароратини назорат қилиш ва ростлаш учун мўлжалланган бир зонали махсус бошқарув шчитлари чиқарилади.

Бошқарув шчитлари кучли занжирдаги ток кучи (коммутация аппаратлари), иссиқлик назорати асбобини тури ва қўшимча аппаратурани мавжудлиги билан фарқ қилади.

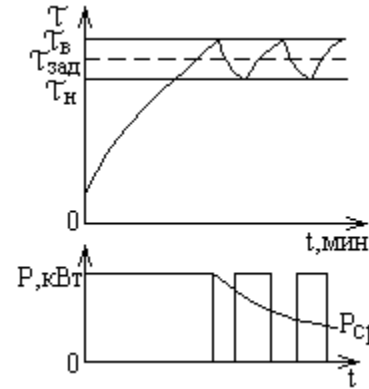
Шчитни кучли жиҳозлари (расм 30) уч қутбли автоматик ўчиргич **QF** ва уч қутбли кучли контактор **KM1**-дан иборат. **QF** қисқа туташтириш тоқларидан ҳимоя қиладиган электромагнитли ажратувчи ва ўта юкланишдан ҳимоя қилувчи иссиқлик ажратувчисига эга. Шчитни назорат-ростловчи қисми қуйидагилардан иборат: иссиқлик назорати асбоби (штрих пунктир чизик билан ажратилган), автоматик ёқи ноавтоматик иш режимига иситгичларни улайдиган универсал қайта улагич **SM**, бошқарув занжирларини автоматик ўчирувчи **SF** ва сигнал лампалари (**HL<sub>1</sub>**-сарик рангли, **HL<sub>2</sub>**-қизил, **HL<sub>3</sub>**-яшил).

Иссиқлик назорати асбоби (**ПТК** ёки **ИНА**) икки ҳолатли ростлагич бўлиб, ҳарорат берилган ( $\tau_n$ ) миқдордан пасайганда ўрта ҳолатли контактор **KM<sub>2</sub>**-ни



Расм 30. Печ зонасини бошқариш схемаси: а-ёрдамчи занжирлар; б-кучли занжирлар.

улайди ва печдаги ҳарорат ( $\tau_v$ ) юқори қийматга етганда – ўчиради (расм 31, в). Ўрта ҳолатли контактор кучли



Расм 31. Икки позицияли ҳарорат ростловчисини схемаси (а) ва печни улаш графиги (б).

контактор **КМ1**-ни бошқа-ради, у эса печни иситувчи элементларни улайди ёки ўчиради.

Печни ўрта қуввати (расм 31, б) иш режимига, берилган ҳароратга, қиздирилаётган материални массасига, иссиқлик ишловни

давомийлигига, киритиб-чиқариш вақтига ва бошқа факторларга боғлиқ. Икки ҳолатли ростлашда бу - керакли ҳароратни ушлаб туриш учун керак қувват деб тушунилади.

Ўлчов асбоблари (амперметрлар) занжирга ток трансформаторлари (**ТТ**) орқали уланади.

*Печлардаги ҳароратни, қувватни ростлаш.*

Ҳозирги замон иссиқлик ростловчилари жуда кичик носезгирлик зонасига эга бўлишлари мумкин-  $0,1 \div 0,2^{\circ}\text{C}$ -гача. Аммо электр печлардаги ҳароратни ҳақиқий ўзгаришлари к ўпинча бу қийматлардан кўп маротаба катта бўлади, бунга сабаб-ростлагич - печ системасидаги динамик кеч қолиш, чунки датчик-термопаралар инерцияга эгадирлар. Бу кеч қолиш қанча катта бўлса, электр печдаги ҳарорат тебранишлари шунчалик катта бўлади. Бундан ташқари, ҳарорат теб-ранишлари иситгичларни қувватини ўрта қувватдан анча катталиги туфайли ҳам содир бўлади.

Ҳароратни тебранишлари катта массадаги жинс-ларга ишлов бериш сифатига деярли таъсир қилмайди, чунки массив

жинслар иссиқликни интенсив қабул қилиб, уни аккумуляторлари бўладилар. Кичик массали жинсларга ишлов берилаётганда (юпқа лента, сим, кимёвий тола, нон махсулотлар), ҳарорат тебранишлари минимал бўлиши керак. Тебранишларни камайтириш учун юқориқ сезгирли ростловчи асбоблар қуйилиши керак, датчик инерциясини (вақт доимийсини) камай-тириш керак ва иситгичларни қувват бўйича захи-расини ҳам камайтириш керак.

Иситгичларни қувватини қуйидагича йўллар би-лан ўзгартириш мумкин:

-печларни иситгичларини ҳар хил кучланишларга ўтказиш имконини берадиган ростловчи трансформаторлар орқали озуқалаб;

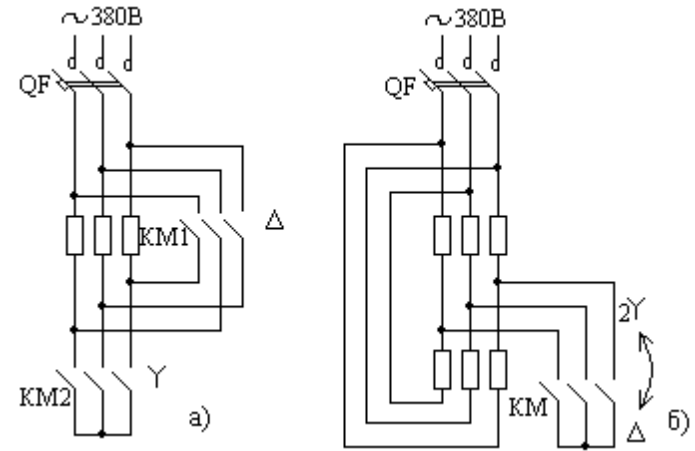
-иситувчи элементларни уланиш схемасини ўзгартириб, масалан учбурчакдан юлдузга ўтказиб;

-печ билан кетма-кет қаршилиқлар ёки реактив ғалтаклар улаб.

Биринчи ва иккинчи усуллар қувватини фақат поғоналаб, қўпол ростлашга имкон беради, чунки қувват кучланишни квадратига пропорционал (масалан,  $\Delta$ -дан  $Y$ -га ўтказилганда қувват уч марта камади). Учинчи усул эса қувватни катта сарфлари ёки қувват коэффициенти  $\cos \varphi$ -ни пасайиши билан боғлиқ.

Энг прогрессив ростлаш - бу ярим ўтказгич асбоблар - тиристорлар билан фазавий ростлаш, ти-ристорларини уланиш бурчагини бошқарув системаси билан ўзгартирилади, бу ҳолда минимал сарфлар билан қувватни текис ростлашга эришилади. Аммо тиристорли ростлаш мураккаб ва персонални юқори ма-лакалилигини талаб қилади.

Бир хил гурух иситгичларни улаш схемасини ўзгартириш энг оддий усулдир ва ҳар хил печлардаги ҳароратни поғонали ростлашда қўлланилади. Масалан, (расм 32,а)-да  $\Delta$ -дан  $Y$ -га ўтилса, нисбати 1:0,33

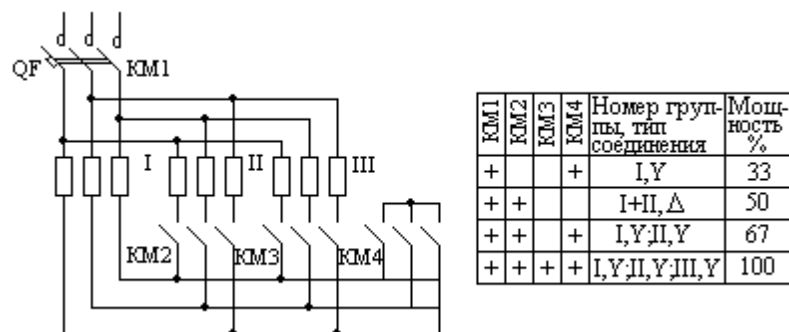


Расм 32. Иситувчи элементларни қайта улаш схемаси.

билан қувват ростланади.  $Y$ -дан учбурчакка ўтиш электр печларда уларни совуқ ҳолатда уланганда токни кескин ўзгаришини олдини олиш учун қўлланилади. Бунинг учун **KM2** контактор уланган, **KM1** ўчирилган бўлиши керак. Печ қизигандан кейин **KM2** ўчирилади, кейин **KM1** уланади. **KM1** ва **KM2**-ларни бир йўла уланишларини олдини олиш учун (яъни қисқа туташувни олдини олиш учун), контакторларни бошқарув занжирларида албатта блокировкалар кўзда тутилган бўлиши керак.

Нисбати 1:0,75 билан икки поғонали ростлаш жуфт юлдуздан учбурчакка ўтқазилганда бажарилади (расм 32, б). Бу ҳолда **KM** контактор уланган ҳолат-далигида иситувчи элементлар жуфт юлдуз усулида 220 В-га уланган бўлади. Агар **KM**-ни ўзилса, иситувчи элементлардаги кучланиш 190 В-га тушади.

Баъзи бир электр печларда иситиш элемент-ларини кўрилганидан ҳам мураккаброқ уланиш схема-лари қўлланилади ва бу билан қувватни уч ва ундан кўпроқ поғона 1:0,67:0,50:0,33 нисбат билан ростлаш мумкин бўлади (расм 33).



Расм 33. Иситувчи элементларни қувватни тўрт поғонасига қайта улаш схемаси ва контакторларни контактларини уланиш жадвали.

### **Маъруза 17.**

Электр иситгич элементлари. Иситгич элементларини ҳисоблаш.

*Электр иситгич элементлари.* Электр иситгич элементлари билвосита қиздирув қурилмаларида энг муҳим жиҳозларидир. Талаб қилинаётган технологик режимни ва печни ишончли ишлашини таъминлаш уларга боғлиқ. Иситгич элементларга жиддий талаблар қўйилади:

-юқори қиздирув бардошлик, оксидланмаслик, юқори ҳароратларда кесимни, физик ва механик хусусиятларини сезиларли ўзгартирмасдан узоқ муддатларда ишлаш қобилияти;

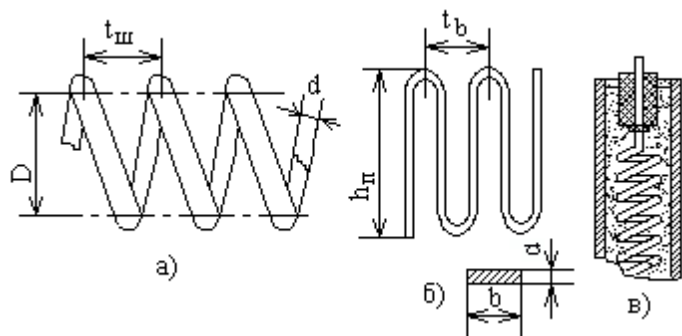
-катта солиштирама электр қаршилик, иситгич-ларнинг узун бўлмаслигида ҳам 220/380 В кучланишга улаш мумкинлигини таъминлаш учун;

-электр қаршиликни ҳарорат коэффицентини кичиклиги.

Иситгичлар учун махсус қиздирув бардош аралашмалар ( $1200^{\circ}\text{C}$ )-гача, карборунд (кремний карбити)  $1350^{\circ}\text{C}$ -гача ҳароратда ишлайдиган печлар учун, ҳамда молибден, вольфрам, кўмир, графит, молибденни дисилицити-юқори ҳароратли печлар учун қўлланилади.

Паст ва ўрта ҳароратли печларни иситгичлари учун энг кўп нихромлар (никел ва хром ёки никел, хром ва темир аралашмалари) ишлайди. Энг яхши хусусиятларга 20% хром ва 80% никелли аралашма эга.

Никелсиз, алюминийли аралашмалар (масалан, **ОХ23Ю5А**, **ОХ27105П**) яхшироқ қиздирув бардошликка эга, аммо улар нихромларга қараганда мўртроқ. Улардан тайерланган электр иситгич элементлари симли спирал (расм 34, а) ва симли ёки лентали тўлқинлар



Расм 34. Электр иситгич элементларини асосий турлари.

(расм 34, б) шаклида бўлиб, очик, ярим берк ва берк бўлишлари мумкин. Охирги холда иситгич электр изоляцияловчи ва қийин эрувчи материалдан тайёрланган экран билан химояланган.

Билвосита электр қиздиришда трубкали электр иситгичлар (расм 34, в) энг кўп тарқаган: металл трубка ичида иситувчи спирал бўлади. Трубка қиздирув бардош диэлектрик билан тўлдирилади: магнийни эритилган оксиди (периклаз), кварцли кум ёки корунд. Тўлдирувчи ишончли изоляцияни таъминлайди ва катта иссиқ ўтказувчанликка эга. Уларни бошқа иситгичларга қарагандаги афзалликлари: электр хавфсизлилик (трубкани ерга улаб қуйилса), керакли шакл бериб сувга, тузларга ва пресс-шаклларига қўйиш мумкинлиги, иш муддатини катталиги, тебранишларда ҳам ишини ишончилиги.

**Иситгич элементларини** берилган температура режимида, қувватда ва кучланишда **ҳисоблаш** - элемент тайёрлаш учун материални танлаш, элемент узунлигини ва уни кесимини топишдан иборат.

Мос материалдан тайёрланган иситгични ишини ҳарорат шароитлари иситгични бузмасдан, унинг сиртини бирлигидан олиш мумкин бўлган қувват  $P_{рух}$  билан белгиланади. Бу қувват иситгични руҳсат этилган солиштирма сиртий қуввати дейилади ва у иситгични материални хусусиятларига, унинг ҳароратига ва конструктив бажарилишига боғлиқ.  $P_{рух}$ -ни тўла иссиқлик техникавий ҳисоб-китоби етарлича мураккаб ва амали-



ётда уни қийматини маълумотномалардан олинади. Очиқ турдаги металл иситгичлар учун қийматлар  $p_{\text{pyx}} = 1 \div 3 \text{ Вт/см}^2$ .

Иситгич элементини  $S$  кўндаланг кесимини сиртини ва унинг бир бўйини икки тенграмани биргаликда ечиб топилади:

$$P_{\phi} = U^2/R = U^2 S / \rho_{\text{гор}} l, \quad (13)$$

$$P_{\phi} = p_{\text{pyx}} h l, \quad (14)$$

бу ерда:  $\rho_{\text{гор}}$ -иситгични материални қизиган хола-тидаги солиштирма электр қаршилиги, Ом/м;  $p_{\text{pyx}}$ -рухсат этилган солиштирма сиртий қувват, Вт/м<sup>2</sup>;  $h$ -кесимнинг периметри, м;  $l$ -узунлик, м;  $P_{\phi}$ -фаза қуввати, Вт;  $S$ -кўндаланг кесим юзаси, м<sup>2</sup>.

Бу тенграмалардан  $Sh = P^2 \rho_{\text{гор}} / U^2 p_{\text{pyx}}$  кўпайтмани топамиз, у ҳар қандай геометрик шаклдаги иситувчи элемент учун ўзгартирилиши мумкин. Масалан, тўғри бурчакли кесимга эга иситгич учун, томонларини нисбатини  $m = b/a$  белгилаб олиб, топамиз:

$$a = \sqrt[3]{\frac{P_{\phi}^2 \rho_{\text{ен}}}{2m(m+1)U_{\phi}^2 p_{\text{pyx}}}} \quad (15)$$

Одатда лентали иситгичлар учун чиқарилаётган лентани сортаментига боғлиқ холда  $m = 5 \div 15$ . Лента еки стер-женни бир фазага узунлиги (м):

$$l_{\phi} = \frac{R_{ab}}{\rho_{\text{ен}}} = \frac{U_{\phi}^2 m a^2}{P_{\phi} \rho_{\text{ен}}}, \quad (16)$$

$R_{ab}$ -лентали иситувчи элементнинг қаршилиги.

Юмалоқ кесимли (спирал, симли тўлқин, стержен) иситгични ҳисобланган диаметри (м) куйидаги ифодадан топилади:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4P_{\phi}^2 \rho_{\text{ен}}}{\pi^2 U_{\phi}^2 p_{\text{pyx}}}} \quad (17)$$

Сим спиралли иситгични ўрта диаметри механик муштаҳкамлик шартларидан танланади:

**X23Ю5, X27Ю5Т** хромалюминийли аралашмалар ва **X13Ю4** фехрал учун  $D = (4 \div 6)d$ ;

**XН70Ю, XН60Ю3** нихром ва аралашмалар учун  $D=(7\div 10)d$ .

Спиралнинг қадами  $t_k \geq 2d$  шартга жавоб бериши керак, симли тўлқинсимон иситгич учун эса  $t_k \geq 5d$ . Лентали тўлқинсимон иситгични қадами (расм 34, б) механик мустахкамлик шартга қараб  $t_b \geq 2b$  олиш тавсия этилади, сиртмоқни баландлиги  $h_n \leq 100a$ .

## Назорат саволлар

+андай электр иситиш ва электр қиздириш қурилмаларини биласиз?

Электрокалорифер қандай қурилма, унинг белгиланиши ва асосий параметрларини айтинг.

+аршилик усулида ишлов беришнинг моҳияти нимада?

+аршилик усулида электр қиздиришни иш принципини тушунтиринг.

Саноатда қаршилик электр печларини қўллаш тўғрисида айтинг.

Э+П-лар қандай кўрсаткичларга кўра турларга бўлинади? Турларини санаб ўтинг.

Даврий ишлайдиган печларни ишини ва қўлланилишини тушунтиринг.

Даврий режим Э+П-лари ишлаш принципага кўра хусусиятлари ва турлари бўйича характеристикалари.

Узлуксиз режим Э+П-ларининг хусусиятлари, турлари бўйича характеристикалари.

Узлуксиз ишлайдиган печларни ишини ва қўлланилишини тушунтиринг.

Бевосита ишловчи Э+П-лар ишлаш принципи нимага асосланган?

Билвосита қиздирувчи печларни иш принципини тушунтиринг.

Билвосита қиздириш печларини таснифланг.

+андай Э+П-лар билвосита ишловчи Э+П-лар дейилади?

Шахта типигаги Э+П-нинг тузилиши ва параметрлари қандай?

+ўлқоп типигаги Э+П қандай тоифа Э+П-ларига мансуб?

Унинг тузилиши ва асосий параметрлари.

Элеватор типигаги Э+П-га тегишли тушунтириш беринг?

Туннель типигаги Э+П қандай тоифа Э+П-ларига мансуб?

Вакуумли, газ тўлдирилган ёки вакуум-компрессион печларни ишини ва қўлланилишини тушунтиринг.

Радиацион печни иш принципини тушунтиринг.

Камерали электропечни тузилишини ва иш принципини тушунтиринг.

Электр иситгич элементларини тузилиши ва хусусиятларига тушунча беринг.

+андай ўтказгичлар биринчи тартибли ўтказгичлар дейилади?

+андай ўтказгичлар иккинчи тартибли ўтказгичлар дейилади?

Электр қаршилиқ ва ҳарорат ўртасидаги боғланишни тушунтиринг?

Иссиқлик назорати принципини тушунтиринг.

+издирувчи элементлар ва улар қандай турларга бўлинади?

Очиқ конструкциядаги қандай +Э-ларни биласиз?

**ТЭН**-лар қандай тузилган ва уларнинг асосий параметрларини айтинг.

+Э-лар қандай материаллардан тайёрланади?

Электр печларни бошқарувчи шчитларини схемасини ва иш принципини тушунтиринг.

Ҳароратни тебранишлари иссиқлик ишлов сифатига қандай таъсир қилади?

Иситгичларни қувватини қандай қилиб ўзгартириш мумкин?

Иситгич элементларини қайта улаш схемаларини тушунтиринг.

Иситгич элементларини ҳисоблаш принципини тушунтиринг.

## Мавзу: Электр ёйи ва ёй печлари

### Маъруза 18.

#### Электр ёйи.

Электр ёйи тўғрисида умумий тушунчалар. Ўзгармас ва ўзгарувчан ток ёйининг асосий хусусиятлари.

**МУАММО:** +андай физик жараённи электр ёй разряди дейиш мумкин? Электр ёйининг бар=арор ёниши нима учун талаб =илинади ва ёйнинг бар=арор ёниши =андай таъминланади?

*Муаммо ечимини 18-чи маърузани ди==ат билан ы=иб чи=иб топасиз.*

Электр ёйи тўғрисида умумий тушунчалар. Катта миқдордаги иссиқлик энергиясининг талаб қиладиган қатор электротермик жараёнларни амалга оширишда органик ёқилғи ҳисобига эришиб бўлмайдиган юқори ҳароратлар, электр ёй разряди ёки оддий қилиб айтганда электр ёйи ёрдамида эришилади. Маълумки, электр ёйи тўғрисидаги қатор физик тушунчалар 1802 йилда рус физиги В. В. Петров томонидан ёритиб берилган ва ҳозирги даврда, электр ёйининг турли жабхаларда кенг фойдаланилиши муносабати билан, ёй тўғрисидаги тушунчалар атрофлича ўрганилган ва бойитилган.

Электр ёйи, электр токининг газ, пар ва вакуумдан ўтиши оқибатида намоён бўлувчи ҳолатларнинг биридир. Электр ёйининг асосий хусусиятлари куйидагилардир;

1) ёй разряди электр токининг нисбатан катта қийматларида намоён бўлади, масалан металллар учун бу кўрсаткич 0,5 А-ни ташкил қилади;

2) ёй марказий қисмининг ҳарорати 6000 – 18000°К-ни ташкил қилади;

3) катоддаги токнинг зичлиги катта бўлиб,  $10^2 - 10^3$  А/мм<sup>2</sup>-га тенг;

4) ёйнинг катод олди қисмидаги кучланишнинг тушиши 10 - 20 В-га тенг бўлиб, амалда токка боғлиқ эмас.

Электр ёй разряди уч бўлакка бўлинади деб қабул қилинган бўлиб, булар - ёйнинг **катод олди бўлаги**, **анодолди бўлаги** ва **ёй устунни бўлаги** деб юритилади.

Ёйнинг катодолди бўлаги бор йўғи  $10^{-6}$  м-ни ташкил этади, ундаги кучланиш тушиши 10-20 В-ни ташкил этади, катодолди электр майдон кучланганлиги  $10^7$  В/м-ни ташкил этади. Катодолди бўлакдаги ўтказучанлик асосан электрон ўтказувчанликга эгадир.

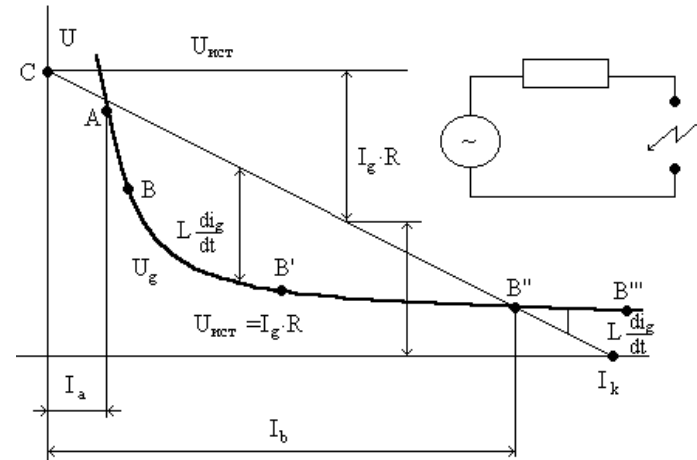
Ионизация жараёнини ҳосил қилиш учун электронлар томонидан маълум энергияни олиш учун етарли ҳисобланган, “ҳайдаш” кучланиши  $U_i$  **ионизациялаш потенциали** деб аталади. Газлар учун унинг катталиги, жумладан, гелий учун  $U_i = 24,58$  В; водород учун  $U_i = 13,3$  В; металллар учун ундан ҳам кичик қийматга, масалан мис парлари учун  $U_i = 7,7$  В-га тенгдир.

Электр ёйининг уччала бўлагида ҳам ёй разряди шу муҳитни ионизациялаш ва деионизациялаш жараёнлари оқибатида намоён бўлади.

Агар электр ёйининг катодолди бўлагида ионизациялаш электронлар эмиссияси оқибатида амалга ошса, ёй устунда эса зарядланган заррачалар энергияси жуда кичиклиги оқибатида ионлар ва электронларнинг ҳаракатланиши асосан иссиқлик ионизацияси таъсирида амалга оширилади. Бунда кўплаб икки атомли газлар ионизацияси ҳароратининг  $6 \cdot 10^3$  К миқдорда бошланса, металллар парлари нисбатан кичикроқ, яъни 3000 – 4000°К-га тенг ҳароратларда бошланади.

Ёйнинг анодолди бўлаги ўзидаги кичик кучланиш тушиши (5 - 10 В) билан характерланиб, кучланиш токка боғлиқ холда ўзгаради.

Ёй ҳосил бўлаётган электродларнинг учидаги ёй таянган нуқталари **катод ва анод доғи** деб юритилиб, ушбу нуқталар юқори миқдордаги ҳароратга ва ток зичлигига эга. *Ўзгармас ва ўзгарувчан ток ёйининг асосий хусусиятлари.* Электр токининг турига кўра электр ёйи **ўзгар-**



35 – расм. Электр ёйининг вольт-ампер характеристикаси.

мас ток электр ёйи ва ўзгарувчан ток электр ёйига бўлинади.

Ўзгармас ток электр ёйининг асосий характеристикаси - унинг вольт - ампер характеристикаси ҳисобланиб, у ўздан ёй кучланиши ва токи ўртасидаги боғланишни ифодалайди.

Электр ёйи - балласт қаршилиқ - электр манбааси тизимининг вольтампер характеристикаси (**ВАХ**) 35 - расмда келтирилган.

Электр ёйининг узок муддатда барқарор (турғун, ўчмай) ёнишини таъминлаш учун унинг **ВАХ**-ини электр манбаасининг характеристикаси билан уйғунлаштириш талаб этилади. Агар электр ёйи чексиз қувватга эга бўлган манбаага уланган бўлса, унинг токи ёйнинг ёниш шароитига кўра белгиланиб, токи ёй **ВАХ**-и манбанинг ташқи характеристикаси билан кесишмагунча ортиб бориши мумкин ёки бошқача айтганда ёй токи чексизга қараб интилади.

Ёй токининг қийматини чеклаш мақсадида, ёй занжирига, унга кетма-кет қилиб қаршилиқ уланади (35 - расм). Бунда чекланган қийматдаги қувватга эга манбаанинг кучланиши қуйидаги тенглама билан аниқланади.

$$\boxed{\phantom{U_{нст}}}, B \quad (18)$$

бу ерда:  $U_d$ -ёйдаги кучланиш, В;  $I_d$ -ёй токи, А;  $R$ -қаршилик, Ом;  $L$ -индуктивлик, Гн.

( $U_{ист}-I_d \cdot R$ ) тўғри чизиqli  $ВАХ$ -ни А ва В нуқталарда кесиб ўтади. Ушбу нуқталардаги тоқлар қиймати  $I_a$  ва  $I_b$ -ларга тўғри келади.  $ВАХ$ -нинг А нуқтадан чап томони ёйни батамом ўчириш зонаси, характеристиканинг А ва В нуқталари ўртасидаги қисми - ёйнинг ёниш зонаси ва В нуқтадан ўнгдаги қисми - ёй тоқини чеклаш зонаси ҳисобланади. Ёй тоқнинг  $I_b$  қийматидагина барқарор ёниши мумкин, А нуқтада тоқнинг кичик қийматга эга эканлиги сабабли ёй беқарор ёнади,  $I_k$ -занжирнинг қисқа туташуви ҳолатидаги тоқини кўрсатади.



## Маъруза 19.

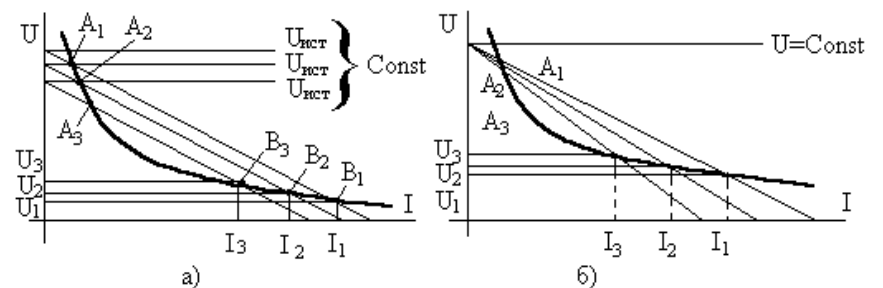
### Электр ёйининг асосий характеристикалари.

Электр ёй қувватини бошқариш усуллари. Ёйнинг барқарор ёнишини таъминловчи тадбирлар.

**МУАММОЛИ ВАЗИЯТ:** Электр ёйининг узунлиги ортди, бунда ёйнинг вольт-ампер характеристикасида =андай ызғариш рый беради? Амалдачи, бунда ёйнинг бар=арор ёниш ну=таси =андай ызғаради?

*Муаммо ечимини 19-чи маърузани ди==ат билан ы=иб чи=иб топасиз.*

Электр ёй қувватини бошқариш усуллари. Электр ёйининг қувватини бир неча усул билан бошқариш мумкин. +уйидаги расмда ёй қувватини манбаа кучланишини ўзгартириш орқали (а) ва балласт қаршилиқни ўзгартириш орқали бошқариш оқибатида олинган **ВАХ**-лар келтирилган (36-расм).



36-расм. Ёй қувватини манбаа кучланишини ўзгартириш орқали (а) ва балласт қаршилиқни ўзгартириш орқали бошқариш оқибатида олинган **ВАХ**-лар.

1. Ёй қувватини манбаа кучланиши орқали бошқаришда (бунда балласт қаршилиқ ўзгармас қийматга эга) бошқариш  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  тоқлар ва уларга мос  $U_1$ ,  $U_2$ ,  $U_3$  кучланишни ўзгартириш орқали амалга оширилади. Бунда манбаа кучланишини, масалан, трансформатор чулғамидаги ўрамлар сонини ўзгартириш

ёки генератор қўзғатиш чулғами занжиридаги қаршиликни ўзгартириш орқали бошқариш мумкин (36-расм, а).

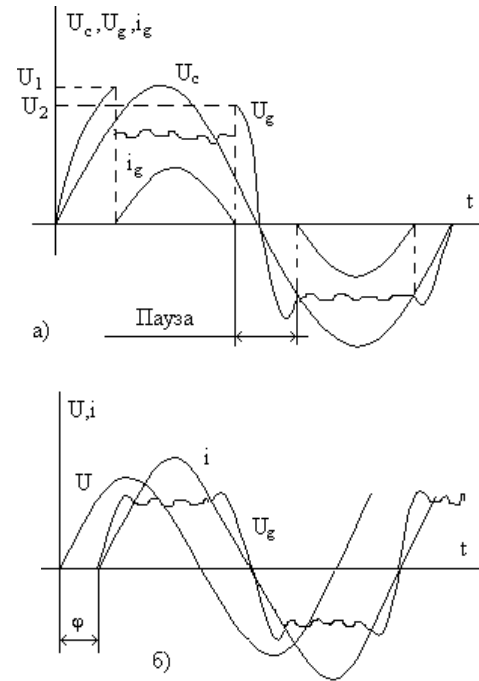
2. Манбаа кучланишини ўзгартирмаган холда балласт қаршиликни ўзгартириш орқали бошқаришда занжирга босқичма-босқич ўзгартирилувчан қаршилик улаш мақсадга мувофиқ (36-расм, б).

3. Ўзгармас манбаа кучланиши ва балласт қаршилигининг қийматларида ёйга таъсир этувчи бошқа факторларни ўзгартириш орқали ёй қувватини бошқариш усули, бунга ёй ёнаётган муҳит босимини ўзгартириш орқали ёки ёй узунлигини ўзгартириш орқали бошқариш усуллари мисол қилиш мумкин.

**ТЎХТАНГ!** *Электр ёйининг узунлиги ортиши, ёй занжиридаги актив қаршиликни ўзгартириш ҳолатлари учун ёйнинг вольт-ампер характеристикасини =уринг ва тегишли хулосалар чи=аринг.*

**Ўзгарувчан ток электр ёйи** ўзгармас ток электр ёйидан фарқли ўлароқ вақт давомида ўзгарувчи кучланиш ва токка эга. Бунда ёй разрядининг ток ва кучланиши бир давр мобайнида икки марта ноль қийматдан ўтиб, йўналишини ўзгартиради ва электродлардаги кутблар ўзгаради. Бундай ўзгариш жараёнининг ҳар бирида ёйнинг ўчиши ва қайта ёниши кузатилади. Ёйнинг ўчиши эса электродлар орасидаги муҳитда икки жараённинг ҳосил бўлишига олиб келади, яъни электродлар орасидаги муҳит деионизацияси (ёки муҳитнинг диэлектрик бикирлиги ортади) ва электродлардаги потенциалнинг ортишига олиб келади.

37,а- расмда занжирга фақат актив қаршилик уланган электр ёйининг токи ва кучланишининг осциллограммаси келтирилган. Бунда ёй токи  $i$  ва манбаа кучланиши  $U_c$  бир хил фазада ўзгаради. Расмда кўрсатилганидай ёй кучланишининг  $U_1$  қийматида ҳосил бўлади ва кучланишнинг  $U_2$  қийматида ўчади. Электродлар кутби ўзгаргандан сўнг  $U_1$  кучланиш агар қолдиқ плазманинг диэлектрик бикирлигидан катта бўлса, ёй қайта



37 - расм. Занжирига фа=ат актив =аршилик уланган электр ёйининг токи ва кучланишининг осциллограммаси.

ёнади ва ушбу жараён кейинги даврларда ҳам шундай қайтариледи.

Ёйнинг барқарор ёнишини таъминловчи тадбирлар. Ёйни қайта ёндириш ва барқарор ёнишини таъминлаш учун ёй занжирига кетма-кет қилиб **ИНДУКТИВЛИК** улаш тавсия қилинади. Ёй токи ва манбаа кучланишининг ёй занжирига индуктивлик уланган хола-тидаги осциллограммалари 37, б расмда. Ушбу расмдаги графикларнинг тахлили шуни кўрсатадики, манбаа кучланиши ёйдаги кучланиш  $U_d$ -дан камайгандан сўнг ёйнинг ўчмай ёнишини индуктивликда тўпланган электромагнит энергия қўллаб қувватлайди. Бу эса

куйидаги шарт бажарилса амалга ошади:

$$U_g = U_m \cdot \sin \varphi \text{ ёки } \varphi = \arcsin U_g / U_m \quad (19)$$

бу ерда  $U_m$  - манбаа кучланишининг амплитуда қиймати.

+уйидагини инобатга олсак:

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi}, \text{ лекин}$$

$$\cos \varphi = (\pi/2)U_g/U_m \quad (20)$$

унда

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - [(\pi/2)U_g/U_m]^2}$$

(19)-даги қийматни (20)-га қўйсак,

$$U_g/U_m \leq 0,54 \text{ ва}$$

$$\cos \varphi = (\pi/2)(U_g/U_m) \leq (\pi/2) \cdot 0,54 = 0,85$$

Шундай қилиб, агар  $U_d/U_m$  нисбат 0,54-га тенг ёки ундан кичик бўлса ва  $\cos \varphi$  0.85-га тенг ёки кичик бўлса, ёйнинг барқарор ёниши таъминланади.

## Маъруза 20.

### Электр ёй печлари.

Электр ёй печларининг турлари ва ишлаш принципи.

Электр ёй печларининг электр жиҳозлари ва уланиш схемалари.

**МУАММО:** Электр ёй печларида асосан =андай технологик жараёнлар амалга оширилади? Айтайлик, жисми маълум шароратгача =издириш, тоблаш, юзаларни =уритиш жараёнларида шам электр ёй печларини =ыллаш мумкинми?

*Муаммо ечимини 20-чи маърузани ди==ат билан ы=иб чи=иб топасиз.*

Электр ёй печларининг турлари ва ишлаш принципи. Электр ёй печлари (ЭЁП) металлургия, кимё, машинасозлик ва саноатнинг бошқа жабхаларида қўлланиладилар. Улар куйидаги турларга бўлинадилар:

1. **Билвосита ишловчи ЭЁП-лари** - уларда электр ёйи иссиқлик ишлови берилаётган (эритилаётган) металл устида жойлашган электродлар ўртасида ҳосил қилинади ва бунда электр ёйи ва металл ўртасидаги иссиқлик алмашуви - нурли иссиқлик алмашуви усули орқали амалга оширилади.

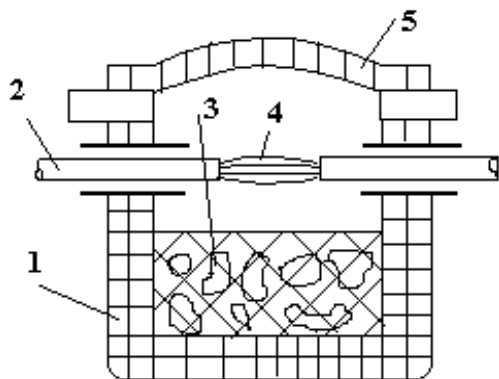
2. **Бевосита ишловчи ЭЁП-лари** - уларда электр ёйи электродлар учи билан металл ўртасида ёнади ва бунда ёйдаги иссиқлик металлга нурли иссиқлик алмашуви, конвекция ва иссиқлик ўтказувчанлик орқали узатилади.

3. **+аршилик электр ёй печлари** - бундай печларда ёй электр ўтказувчан шихта қатлами остида ёнади, бунда иссиқлик қисман ёй разрядида ва қисман шихта орқали ток оқиб ўтиши оқибатида эритилаётган материалда ажралиб чиқади ва печ ҳажмига узатилаётган иссиқлик, иссиқлик ўтказувчанлик, нурли иссиқлик алмашуви ва қисман конвекция усулларида амалга оширилади.

4. **Вакуум ёй печлари** - уларда электр ёйи инерт газларда ёки электрод ва суюқ металл ваннаси ўртасида кичик босим

остида эритилган материал (металл) парларида ҳосил қилинади (ёнади).

**5. Плазмали печлар ва плазмали ёй эритиш қурилмалари** - бундай қурилмаларда металлларга иссиқлик ишлови бериш, электр ёйи ва у билан бириктирилган инерт газининг плазма оқими ёрдамида амалга оширилади.



*Билвосита шиловчи ЭЁП-лари. Билвосита ЭЁП-нинг схемаси 38 - расмда келтирилган. Бир фазали билвосита ЭЁП-ларнинг асосий қисмлари*

38-расм. Билвосита ЭЁП-нинг схемаси.

қуйидагилардан иборат: 1-ички қисми юқори ҳароратларга (ўтга) чидамли материал билан футеровкаланган горизонтал ванна; 2-горизонтал ваннанинг қарама-қарши деворларига ўрнатилган электродлар. Электродлар сарф бўлиб бориши мобайнида махсус механизм ёрдамида бир-бирига қараб силжитиб борилади; 3-эритилаётган (38-расм) материал. Ушбу материал ваннага печ корпуси 5-нинг ён дарчаси орқали юкланади; 4-электр ёйи.

Электродлар кучланиш манбаасига улангандан сўнг махсус механизм ёрдамида учлари бир-бирига туташтирилади ва бунинг оқибатида электродлар занжирида ток ҳосил бўлгач, бир-биридан узоқлаштирилади ва натижада ёй ҳосил бўлади. Ёйда ҳосил бўлган иссиқлик энергияси ўзлаштирилиши ҳисобига металлларга иссиқлик ишлови берилади ёки эритилади. Металл эритиб бўлингач, оғдариш механизми ёрдамида печ оғдарилади ва эритма махсус идишларга тўкилади. Печ қуввати манбаа токини ва электродларни яқинлаштириш ёки узоқлаштириш натижасида ёй узунлигини ўзгартириш ҳисобига бошқарилади.

Печнинг асосий электр жиҳозларини печ трансформатори, бошқариш реактори ва электродларни узатиш механизмининг электр юритмаси ташкил этади.

Билвосита ЭЁП-лари 0.25 т ва 0.5 т сиғимига эга. Улар мос равишда қуввати 175 - 250 ва 250 - 400 кВ\*А-га тенг трансформаторлар билан таъминланган бўлиб, бундай печларда графитлаштирилган электродлар қўлланилади.

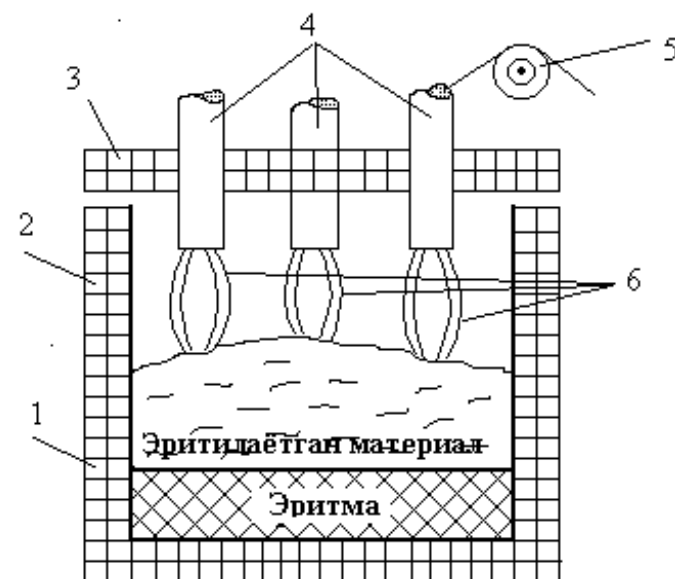
*Бевосита ишловчи ЭЁП-лар.* Бевосита ЭЁП-лар асосан кейинчалик прокат цехларида қўйма ёмби олиш учун мўлжалланган пўлат эритиш учун белгиланган. Шунингдек, олинган пўлат махсулоти машинасозлик заводларида фасонли қуйиш орқали металлургик хом ашё олиш учун ишлатилади.

Бевосита ЭЁП-ларининг тузилиши ва ишлаш принципини **пўлат эритиш ёй печлари мисолида** кўрамиз. Пўлат эритиш ёй печи (**ПЭЁП**)-нинг схемаси 39-расмда келтирилган.

Печнинг тузилиши :

1-пўлат кожух; 2-юқори ҳароратга (ўтга) чидамли футеровка; электродлар-4; ўтадиган печнинг свод қисми-3 ; 5-электродларни кўтариш механизми; 6-электр ёйи.

**ПЭЁП**-лари, шунингдек, металлни кимёвий таркибини ростлашга мўлжалланган электромагнит усулда қориштириш қурилмаси, эритмани тўкиш учун мўлжалланган печни одариш механизми, печ своди (қопқоғи)-ни кўтариш ва буриш ҳамда электродларни узатиш ва кўтариш механизмлари билан



таъминланган.

39 – расм.  
Пўлат эритиш ёй печи (**ПЭЁП**)-нинг схемаси.

Электротехник пўлатни эритиш жа-

раёни куйидаги жараёнлар кетма - кетлигидан иборат:

- металлолом (руда, скрап)-ни эритиш;
- қоришмани турли қўшилма ва газлардан тозалаш;
- металл раскислениеси;
- қоришмага легирловчи компонентлар қўшиш;
- рафинация жараёни;
- эритмани аввал махсус чўмичга (ковшга) ва ундан тегишли формаларга куйиш.

Катта ҳажмдаги печларда эритиш жараёни 4-6 соат давом этиб, ундан 1,5-2,5 соати эритишга, 2-4 соати металлни оксидлаш ва рафинация қилиш учун сарфланади.

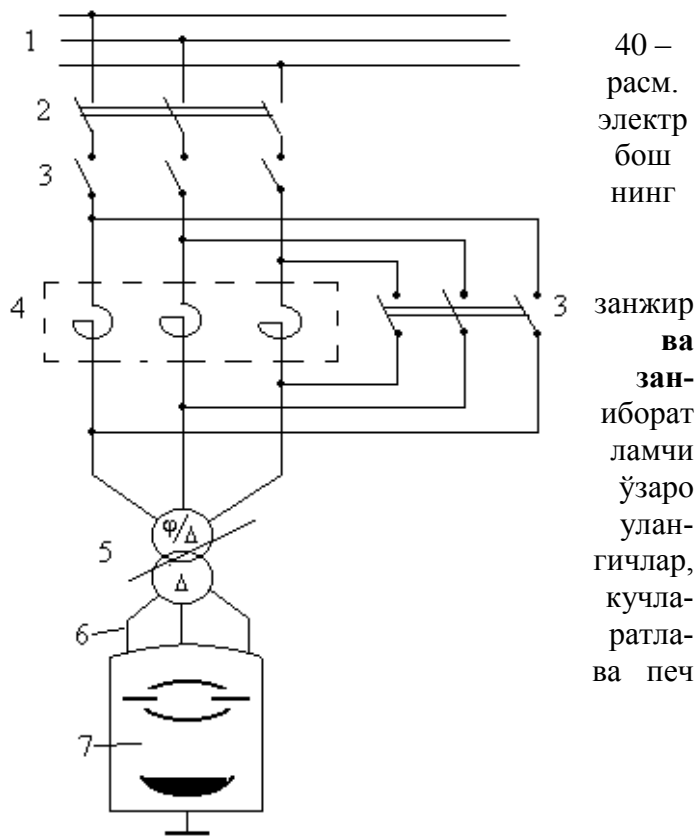
*Электр ёй печларининг электр жиҳозлари ва уланиш схемалари.*

**ПЭЁП**-нинг электр таъминоти бош занжирининг схемаси куйида 40-расмда келтирилган.

Ушбу схема **бош занжир** ва **ёрдамчи занжирлардан** (бошқариш, ўлчов асбоблари, химоя қилиш ва автоматика занжири)-дан иборат.

ПЭЁП-нинг таъминоти занжири-схемаси

Бош бирламчи киламчи жирлардан бўлиб, бир-занжирни кетма-кетган ўтказ-юқори ниш аппарари, дроссел





трансформаторларининг бирламчи чулғами ташкил қилади.

Иккиламчи занжирни эса ўзаро кетма-кет уланган печ трансформаторининг иккиламчи чулғами, қисқа тармоқ ўтказгичлари, электродлар ва электр ёйи ташкил этади.

Бунда печ трансформаторининг иккиламчи чулғамидан электродларгача бўлган ўтказгичлар **қисқа тармоқни** ташкил этади. 40 - расмда келтирилган белгиланишлар, булар, 1-юқори кучланиш шиналари; 2-разъединитель (ажратгич); 3-вўключательлар; 4-реактор; 5-печ трансформатори (кучланиши 6, 10, 35 кВ ва қувватли катта печлар учун 110 кВ); 6-қисқа тармоқ (ток қиймати 110 кА ва ундан юқори); 7-ПЭЁП.

**ПЭЁП**-га, жумладан унинг электр таъминоти тизимига қуйидаги талаблар қўйилади:

- печ қувватини равон бошқариш имконияти;
- печ сиғимида тикланувчи муҳитни ҳосил қилиш имконияти;
- печ электр жиҳозларининг печда тез-тез такрорланувчан эксплуатацион қисқа туташувларини тез ва аниқ бартараф этиш имкониятига эга бўлиш кабилардир.

***ДИ++АТ! Бевосита ва билвосита ишловчи ЭЁП-ларнинг белгиланишига алоқида ЭЪТИБОР БЕРИНГ ва бундай печларда =андай технологик жараёнлар амалга оширилишини ызлаштиринг!***

**ПЭЁП**-ларининг асосий кўрсаткичларини қуйидаги мисолда кўрамиз:

- печни типи - ДС-0.5.....ДСП-200;
- номинал қуввати - 400.....45000 [кВ.А];
- бирламчи кучланиш - 6; 10.....35 [кВ];
- иккиламчи кучланишни ростлаш чегараси - 213-110.....591,5 - 164,1 [В];
- иккиламчи чулғамдаги ток - 1,085.....43.9 [кА];
- электр энергиясининг солиштира сарфи - 650.....400 [квт.соат/т].

## Маъруза 21.

### Пўлат эритувчи ёй печлари.

**МУАММО:** Пўлат эритиш ёй печлари =андай ишчи режимларда ишлаш учун мылжалланган? Бундай печларнинг асосий характеристикалари деб =андай характеристикаларга айтилади? Печнинг =андай оптимал иш режимларини биласиз?

*Муаммо ечимини 21-чи маърузани ди==ат билан ы=иб чи=иб топасиз.*

Пўлат эритувчи ёй печларининг иш режимлари ва характеристикалари. Пўлат эритиш ёй печларининг оптимал иш режимини танлаш.

*Пўлат эритувчи ёй печларининг иш режимлари ва характеристикалари.* Печдан, хусусан электродлар занжиридан оқаётган ток кучининг микдорига кўра ПЭЁП-ларининг куйидаги иш режимларида ишлайди деб юритилади:

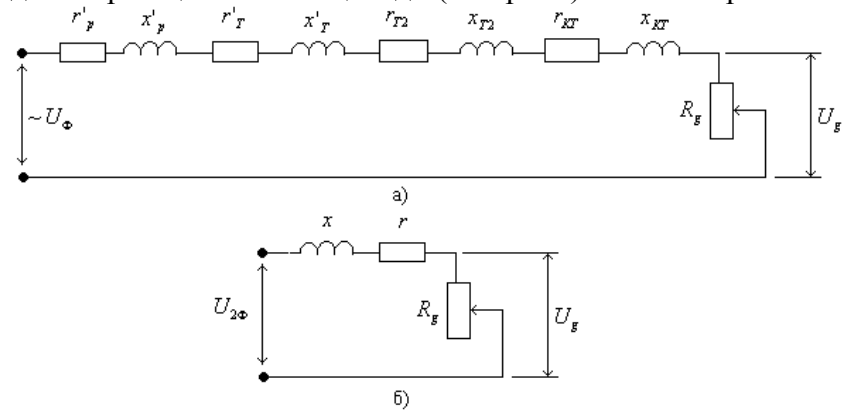
- а) салт юриш режими (электр ёйи мавжуд эмас,  $I = 0$ );
- б) нормал (номинал) иш режими ( $I = I_{ном}$ );
- в) эксплуатацион қисқа туташув режими ( $I = I_{ў.т.}$ ).

Печнинг тўла қуввати  $P$  тўла, ёйда сарф бўлаётган қуввати  $P$  ёй, йўқолаётган (беҳуда сарф бўлаётган) электр қуввати  $P_{эл.й.}$ , йўқолаётган иссиқлик қуввати  $P_{исс.й.}$ , печнинг фойдали иш коэффициенти  $\eta$  ва печнинг қувват коэффициенти  $\cos\varphi$  каби катталиклари билан печ токи ўртасидаги боғланиш характеристикалари ПЭЁП-ларнинг энергетик характеристикалари деб юритилади (яъни энергетик характеристикаларни ифодаловчи боғланишлар -  $P_{тх.ла} = f(I)$ ;  $P_{ёй} = f(I)$ ;  $P_{эл.й} = f(I)$ ;  $P_{исс.й.} =$ ;  $\eta = f(I)$ ; ва  $\cos\varphi = f(I)$ -лардир).

ПЭЁП томонидан сарф бўлаётган электр энергияси  $N$ , печнинг ишлаб чиқарувчанлиги  $q$ , печнинг тўла фойдали иш коэффициенти  $\eta$  ва  $1$  тонна махсулотни эритиш учун кетган вақт  $t$  каби катталиклар билан печ токи ўртасидаги боғланиш харак-

теристикалари печнинг технологик ёки ишчи характеристикалари деб юритилади (ишчи характеристикалар –  $\mathbf{N} = \mathbf{f}(\mathbf{I})$ ;  $\mathbf{q} = \mathbf{f}(\mathbf{I})$ ;  $\eta_{\text{п}} = \mathbf{f}(\mathbf{I})$ ; ва  $\mathbf{t} = \mathbf{f}(\mathbf{I})$ ; - боғланишлар билан ифодаланади).

Пулат эритиш ёй печларининг оптимал иш режимини танлаш. Печнинг энергетик ва ишчи характеристика-ларини тахлил қилиш орқалигина, барча кўрсаткичлар бўйича оптимал иш режимини белгиловчи ток қийматини белгилаш мумкин. Ушбу характеристика-ларни ПЭЁП-нинг алмаштириш схемаси ёрдамида назарий ҳисоблаб чиқилади (41 - расм). Алмаштириш



41 - расм. ПЭЁП-нинг алмаштириш схемаси.

схемасида печ электр занжирининг элементлари мос равишда индуктив ва актив қаршиликлар билан алмаштирилади, электр ёйи эса актив қаршилик сифатида қабул қилинади.

41 - расмда куйидаги белгилашлар амалга оширилган:

$r_{T2}, x_{T2}$  - трансформатор иккиламчи чулғамининг актив ва индуктив қаршилиги;

$r_{KT}, x_{KT}$  - мос равишда қисқа тармоқнинг актив ва индуктив қаршилиги;

$R_g$  - электр ёйининг қаршилиги;

$r'_p, x'_p$  - реактор актив ва индуктив қаршиликларининг келтирилган қийматлари;

$r'_T, x'_T$  - трансформатор бирламчи чулғами актив ва индуктив қаршиликларининг келтирилган қийматлари;

$U_{\phi}$  - манбадаги фаза кучланиши;

$U_g$  - электр ёйидаги кучланиш. Алмаштириш схемасини тузишда қаршиликларни келтирилган қийматлари қуйидаги тартибда аниқланади. Трансформаторнинг иккиламчи занжирга келтирилган ва ҳақиқий занжирлардаги йўқолаётган қувват бири-бирига тенг бўлишидан келиб чиқиб, мисол учун  $r_1$  қуйидаги тенгламадан топилади:

$$I_1^2 \cdot r_1 = (I_1')^2 \cdot r_1' = I_2^2 \cdot r_1' \quad (21) \text{ дан}$$

$$r_1' = (I_1/I_2)^2 r_1 = r_1/k^2 \quad (22)$$

бу ерда  $k = I_2/I_1$  - трансформациялаш коэффициенти.

Шундай қилиб,  $r_1'$  қийматини аниқлаш учун  $r_1$  қийматини трансформациялаш коэффициенти квадратига тескари пропорционал равишда ўзгартириш талаб қилинади. Худди шундай тартибда  $x_1', r_p'$  ва  $x_p'$  қийматлари аниқланади. Занжирнинг тўла қаршилиги алмаштириш схемасидан, тегишли ўзгартиришлар киритиш орқали аниқланади (41, б расмда тўла қаршиликлар орқали ифодаланган алмаштириш схемаси келтирилган). +исқа туташув токининг трансформатор иккиламчи чулғамига келтирилган ( $R_g = 0$ ) қуйидагича аниқланади:

$$I_2 = \frac{U_{2\phi}}{\sqrt{r^2 + x^2}} \quad (23)$$

ПЭП-ларнинг энергетик характеристикалари куйида келтирилган тенгламалар ёрдамида аниқланади ва уларга асосан курилади.

$$P_{\text{исс.й}} = 3I_2^2 \cdot r \quad (24)$$

$$P_{\text{фойда}} = 3I_2^2 R_g = 3U_g I_2 \quad (25)$$

$$P_{\text{тула}} = P_{\text{фойда}} + P_{\text{исс.й}} = 3I_2^2 (R_g + r) \quad (26)$$

$$\mu_{\text{эл}} = \frac{P_{\text{фойда}}}{P_{\text{тула}}} \quad (27)$$

$$S = 3U_2 \cdot I_2 \quad (28)$$

$$\cos \varphi = \frac{P_{\text{тула}}}{S} \quad (29)$$

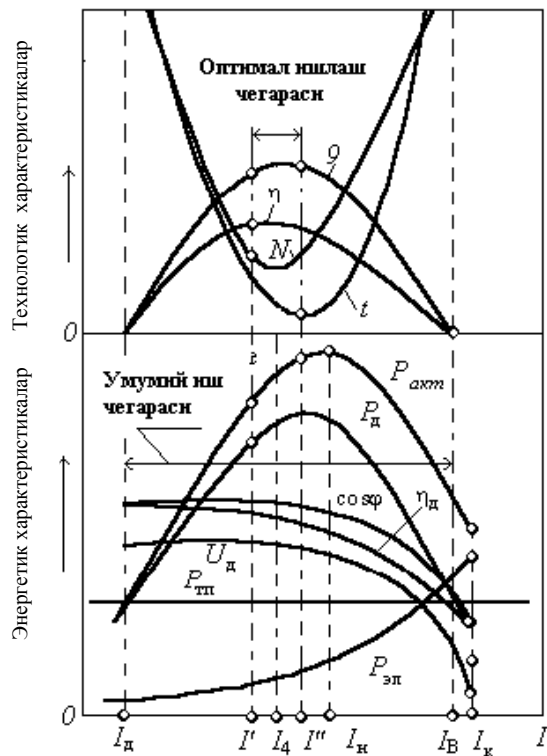
ПЭП-нинг технологик (ишчи) характеристикалари эса куйидаги тенгламалар ёрдамида аниқланади.

$$N_1 = \frac{P_{\text{тула}}}{g} \quad (30)$$

$$g = \frac{P_{\text{тула}}}{N_1} = \frac{P_{\text{фойда}} + P_{\text{исс.й}}}{N_1} \quad (31)$$

$$\eta = \eta_{\text{эл}} \cdot \eta_{\text{исс}} = N_1/N \quad (32)$$

Бу ерда  $q$  - бир соатдаги печ ишлаб чиқарувчанлиги;  $N_1$  - бир тонна пўлат ишлаб чиқиш учун сарф бўладиган электр энергиясининг назарий қиймати;  $N$  - бир тонна пўлат ишлаб чиқариш учун сарф бўладиган электр энергиясининг амалдаги қиймати. 42 - расмда печнинг энергетик ва ишчи характеристикалари келтирилган. Характеристикалар тахлили шуни кўрсатадики, токнинг ошиши билан  $P_{\text{эл}}$  токнинг квадратига



пропорционал ра-  
вишда ортиб боради,  
ёйдаги қувват  $P$  ёй ва  
актив қувват ўз қий-  
матларининг макси-  
мумигача ортиб бо-  
ради ва ундан сўнг  
(токнинг ортиб бо-  
ришига қарамай) ка-  
майиб боради.

42 – расм. ПЭЁП  
печнинг энергетик ва  
ишчи характери-  
стикалари.

Токнинг  $I'$  қийматида  
энергия сарфи ўз  
қийматининг мини-  
мумига, фойдали иш  
коэффициенти эса ўз  
қийматининг макси-

мумига тенг. Шундай қилиб, токнинг  $I'$  қиймати печнинг мину-  
мум электр энергияси сарф қилиш оптимал режимини белги-  
лайди.

**ПЭЁП-ларнинг асосий характеристикалари уларнинг  
технологик (ишчи) ва электр характеристикалари  
эканлигига ЭЪТИБОР БЕРИНГ, ушбу характери-  
стикаларнинг математик ифодаларини ва график ифода-  
ларини тыли= ызлаштиринг шамда ушбу характери-  
стикаларга кыра печнинг оптимал иш режимларини  
ани=лашни БЪЛАШТИРИНГ!**

Токнинг  $I''$  қийматида ёйдаги қувват  $P_{\text{ёй}}$  ўз қийматининг максимумига, ишлаб чиқарувчанлик ўзининг максимум қийматига ва 1 тонна пўлат ишлаб чиқиш учун кетган вақт  $t$  ўз қийматининг минимумига тенг. Шундай қилиб, **токнинг  $I''$  қиймати печнинг максимал ишлаб чиқарувчанлик бўйича оптимал режимини белгилайди.** Одатда  $I'' > I'$

Печ ўзининг оптимал энергетик режимига оптимал ишлаб чиқарувчанлик режимидаги токдан кичик бўлган ток қийматида эришар экан.

Шундай қилиб, агар корхона электр энергиясини дефицити шароитида ишлаётган бўлса, унда печ оптимал энергетик режимда ишлаши мақсадга мувофик. Агарда максимал ишлаб чиқарувчанлик талаб қилинса, унда печнинг  $I''$  катталикидаги ток режимида ишлагани мақсадга мувофикдир.

**ПЭЁП**-лари электр энергияси истеъмолчиси сифатида электр таъминоти ишончилиги бўйича иккинчи гуруҳ категория истеъмолчиси ҳисобланади. Уларнинг бирламчи қуввати катта бўлиб, 0,4-80 МВА-га, қувват коэффициенти  $\cos\varphi = 0.85-0.89$  (ДСП-5) ёки  $\cos\varphi = 0.7$  (ДСП-200)-га тенг. Печнинг иш режими - даврий кескин ўзгарувчан ва сутка давомида сурункали.

Электр ёйи ночизикли актив қаршилиқ ҳисобланиб, ёйиш шароитига боғлиқдир.

## Маъруза 22.

### Вакуумли ёй печлари

**МУАММО:** Вакуум ёй печларини рангли металллар, чыян ва пылат эритиш учун =ыллаш мумкинми? Бундай печлар =андай технологик жараёнларни амалга ошириш учун =ылланилади? Улар =андай электр манбааларига эга?

*Муаммо ечимини 22-чи маърузани ди==ат билан ы=иб чи=иб топасиз.*

Вакуумли ёй печларнинг қўлланиш сохалари. Печ конструкциясига кирувчи асосий элементлар. Вакуумли ёй печларининг электр жихозлари.

*Вакуумли ёй печларнинг қўлланиш сохалари.* Бошқа кўринишдаги печ ёки қурилмаларда (масалан, ПЭП-ларида) олинган металллар сифатини ошириш мақсадида, махсулот кичик босим остида вакуум ёй печларида (ВЭП-ларида) қайта эритилади ва бунинг натижасида металл таркибидаги зарарли қўшилмалар ва қоришиб кетган газлар металл таркибидан чиқариб юборилади (маълум миқдорда тозаланади). ВЭП-лари асосан юқори реакцион ҳисобланган металллар, яъни титан, ниобий, вольфрам, цирконий, тантал, молибден кабилар ва шунингдек, юқори сифатли пўлатларнинг қуйма ёмбирларини қайта эритиш учун ишлатилади. Печ ишчи камерасида босим 1.0 - 0.001 Па-ни ташкил қилиб, замонавий ВЭП-ларида вазни 50 кГ-дан 60 тоннагача бўлган қуйма ёмбирлар олинади.

***ДИ++АТ! ВЭП-ларнинг =андай технологик жараёнларни амалга ошириш учун белгиланганликларини яна бир бор ЭЪТИБОР БИЛАН +АЙТАРИНГ!***

*Печ конструкциясига кирувчи асосий элементлар.*



**Печнинг асосий элементларини** - ишчи камера, шток-электрод ушлагич, сарфланувчи электродлар, кристаллизатор, поддон ва соленоидлар ташкил этади.

**Ишчи камера** - ўзидан цилиндр шаклидаги сув билан совутилувчи пайвандланган конструкцияни ифода этади. Унинг юқори қисмида ёйнинг ёниши ва эритиш жараёнини кузатиб бориш учун махсус ёритиш қурилмаси ва кузатиш дарчаси мавжуд. Масофадан туриб кузатувчилар учун ишчи зонадаги жараён махсус перископ ёрдамида экранга тушириб берилади. Ишчи камеранинг пастки фланецига кристаллизатор қотирилади.

**Шток** – электрод ушлагич сарфланувчи электродни унга қотириш, электродни ҳаракатга келтириш ва электродни ток билан таъминлаш учун хизмат қилади.

**Сарфланувчи электродлар** штокка пайвандлаш ёки махсус қискичлар билан турли усулларда қотирилади. Шток ва электродларни ҳаракатга келтириш электр ёки гидравлик юритма ёрдамида амалга оширилади.

**Кристаллизатор** ички гильза ва ташқи пўлатдан ясалган, магнитсизлантирилган (номагнит) кожухдан иборат. Уларнинг орасида совитувчи сув учун бўшлиқ мавжуд.

**Поддон** кристаллизатор тубини беркитган холда қисман гильза ичигача киради. Поддоннинг асосини мисдан ясалган катта массадаги диск ташкил этиб, унинг устига сув билан совутилувчи пўлат қатлами юритилган.

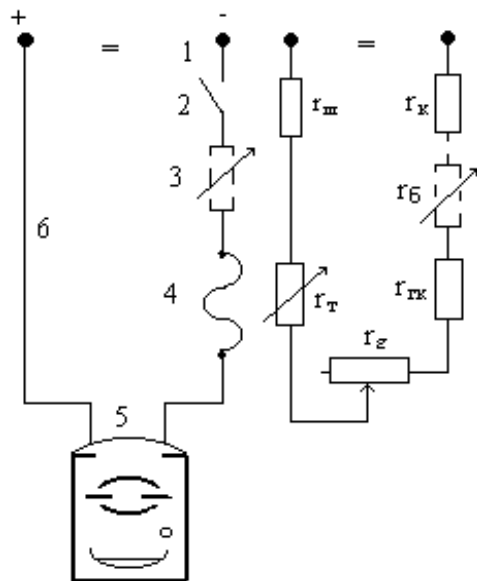
**Соленоид** кристаллизаторнинг ён қисмига ўрнатилади. У кристаллизатор билан биргаликда аксиал магнит майдони ҳосил қилади. Соленоид майдони ёйдаги ток ва ваннадаги металлдан оқаётган ток билан таъсирлашиб ёй кучланишини ортишига олиб келади (пўлат учун 19-19.5-дан 24-25 В-гача), ёй ёнишини стабиллаштиради ва ёйни кристаллизатор деворларига ўтиб кетишининг олдини олади.

*Вакуумли ёй печларининг электр жиҳозлари.*

**ВЁП-ларининг электр жиҳозлари.** ВЁП-ларнинг (куч) бош занжири таркибига қуйидагилар киради: электр энергия манбааси, манбаадан печгача ток тармоғи, печ конструкцияси-

даги ток тармоқлари, ток узатувчи шток, электрод ушлагич, сарфланувчан электрод, қуйма ёмби, кристаллизатор, вакуум камераси.

**ВЭП**-ларнинг принципиал электр схемаси ва унинг ал-маштириш схемаси 43 - расмда келтирилган.



43 - расм. **ВЭП**-ларнинг принципиал электр ва ал-маштириш схемалари.

Печ куч занжири-нинг тўла қаршилиги:

$$r = r_{\text{ш}} + r_{\text{тк}} + r_{\text{к}} + r_{\text{т}} \quad (33)$$

**ЭЭП**-ларнинг электр манбаалари куйидаги хусусиятларга эга:

1. Зарур бўлган иссиқлик қувватини таъминловчи, ўнлаб килоампер токнинг катталигини белгиловчи ёйнинг

кичик қийматдаги қаршилиги.

2. +увватни кенг диапазонда (1 : 8) бошқариш имконияти.

43 - расмда:

1 - шинали ток ўтказгич,  $r_{\text{ш}}$ ; 2 - вўклучатель; 3 - балласт қаршилиқ,  $r_{\text{б}}$ ; 4 - эгилувчан кабель,  $r_{\text{тк}}$ ; 5 - вакуум ёй печи,  $r_{\text{д}}$ ; 6 - кристаллизаторга уланувчи шинали ток ўтказгич,  $r_{\text{т}}$ ;

3. Печь қувватини белгиланган даражада ва юқори стабиллик билан ушлаб туриш имконияти (2 фоиздан ошмаган холда).

4. Юқори ишончилиқга эга бўлишнинг муҳимлиги, чунки печнинг кутилмаганда манбаадан узилиши эритилаётган махсулотдан маълум бўлишга олиб келади.

Бугунги кунда ЭЁП-ларининг манбааси сифатида ГПН - 550 типдаги машинали ўзгартиргичлар қўлланилиб келинмокда. +уввати 645-675 кВт, номи-нал токи 6500 ва 14000 А, салт кучланиши 85-40 В.

Янги чиқарилаётган қурилмалар таркибига қуйидаги типдаги агрегатлардан бири киради: бошқарилмайдиган вентиляторлардан тузилган тўғрилагич; тиристорлар асосидаги тўғрилагичлар; параметрик ток манбаалари.

Агрегатларнинг биринчи тури, **бошқарил-майдиган вентиляторлар асосидаги тўғрилагичлар** (мисол тариқасида **ВАКП** сериядагиси учун ) ишлаш принципи вентиляторларга кетмакет уланган дросселлар ёрдамида токни бошқарган холда стабиллаштириш принципига асосланган. Бундай агрегатлар 12.5; 25.0; 37.5 кА тоқларда, 75 В кучланишда ишлашга мўлжалланган бўлиб, ёйдаги кучланиш 25 - 35 В ва қуввати 940-2800 кВтга тенг.

**Тиристорлар асосидаги тўғрилагичлар** 6 ёки 10 кВ кучланишдаги манбаага уланиб, трансформаторнинг бирламчи чулғами **РПН** билан жиҳозланган. Номинал ток қиймати 12.5 - 50 кА ва қувват коэффициенти 0.6-га, иккиламчи кучланиш 75 - 115 В-га тенг.

**Параметрик ток манбаалари** асосан юмшоқ пасаяувчан (крутопадаюҳая) ва вертикал **ВАХ**-ларда ишлаш талаб қилинганда қўлланилади. Таққослаш ва тасаввур этиш учун қуйида икки типдаги параметрик

ток манбааларининг асосий параметрларини келтирамиз:

Манбаа типи **ПИТ** - 12; 5/7 ПИТ- 50/150.

Асосий параметрлар:

- номинал ток, А - 12500 ÷ 50000;
- номинал тўғриланган кучланиш, В - 75 ÷ 150;
- манбаа кучланиши, В - 6; 10;
- номинал қувват, кВт - 940 ÷ 7500;
- токни бошқариш диапазони, % - 6 ÷ 100; 5 ÷ 100;
- номинал режимдаги қувват коэффициенти - 0.96 ÷ 0.91;
- **ФИК**, % - 93 ÷ 96;
- совутиш учун сув сарфи, м<sup>3</sup>/соат - 1.5 ÷ 6.0.

## Назорат саволлар

Электр ёйи нима? Унинг ҳосил бўлиши учун шарт шароитлар?  
Электр ёйининг ёй устуни ва электродлар олди бўлақларининг хусусиятларини тушунтириб беринг.

Электр ёйининг вольт-ампер характеристикаси тўғрисида тўлиқ тушунча беринг.

Ёй **ВАХ**-ининг қайси қисми ёйнинг ёниш зонасини кўрсатади?

Ёй **ВАХ**-ининг А нуқтасидаги чап тарафи қандай зона ҳисобланади?

Ёйнинг ёниш зонасини ёй **ВАХ**-ида кўрсатинг.

Ёй **ВАХ**-ининг В нуқтасидан ўнг томони қандай зона ҳисобланади?

Ёйнинг **ВАХ**-ининг қайси нуқтаси ёйнинг беқарор ёниш нуқтаси дейилади?

**ВАХ**-ининг қайси нуқтаси ёйнинг барқарор ёниш нуқтаси ҳисобланади?

Ёй токини чеклаш учун қандай чора белгилаш мумкин?

11. Ёйнинг барқарор ёнишини таъминлаш учун қандай шарт бажарилиши керак?

12. Ёйнинг барқарор ёнишини бошқаришнинг қандай усуллари биласиз?

Ёй узунлигини орттириш (камайтириш) нимага олиб келади?

15. Ўзгарувчан ток электр ёйининг барқарор ёнишини таъминлаш учугун қандай чора кўрилади?

16. Ёй занжиридаги актив қаршилик ўзгариши ёйнинг ёнишига қандай таъсир кўрсатади?

17. Ёйнинг ёнишга манбаа кучланишининг ўзгаришининг таъсирини тушунтиринг.

18. Ёйнинг барқарор ёниш нуқтасини ўзгартирувчи яна шарт ва шароитларни биласизми?

19. Ўзгарувчан ток электр ёйининг асосий хусусиятларини тушунтиринг.

Ўзгарувчан ток электр ёйининг ёнишига ёй занжиридаги индуктивлик таъсири қандай?

Ёйнинг турғун (барқарор) ёнишига таъсир этувчи бошқа факторлар қайсилар?

Электр ёйли қиздириш принципи тўғрисида айтинг.

Электр ёйли қиздиришни қўллаш тўғрисида айтинг.

ЭЁП-ларнинг қандай турларини биласиз?

Билвосита ва бевосита ишловчи ЭЁП-ларининг тузилиши ва ишлаш принципи қандай?

ЭЁП электр таъминотининг бош занжири ва унинг улаш схемасини тушунтиринг.

ЭЁП-лари қайси сохаларда ишлатиш учун белгиланган?

Ёйли печни электр ускуналарига қандай талаблар қўйилади?

Пўлат эритиш ёй печларида технологик жараён қандай амалга оширилади?

ЭЁП электр таъминотига кирувчи бирламчи ва иккиламчи занжирлари ўзларидан нимани ифодалайди?

ЭЁП-лари электр таъминоти тизимига қандай талаблар қўйилади?

Эксплуатацион қисқа туташув деганда нимани тушунасиз?

ЭЁП-лари қандай кучланишларга мўлжалланган?

ЭЁП-ларининг номинал қувватлари миқдорини айтинг.

Ёйли печда пўлатни эритиш тўғрисида айтинг.

ПЭЁП-ларининг қандай характерли иш режимларини биласиз?

ПЭЁП-ларнинг қандай энергетик характеристика-ларини биласиз?

ПЭЁП-ларнинг қандай ишчи (технологик) характеристикаларини биласиз?

ПЭЁП-ларининг оптимал режимлари қандай катталикларга кўра аниқланади?

ПЭЁП-ларнинг алмаштириш схемаси қандай тузилган?

Актив қувват, фойдали иш коэффициенти, қувват коэффициенти каби катталиклар печининг қандай характеристикаларини ифодалайди?

Печнинг ишлаб чиқарувчанлиги катталиги унинг қандай характеристикага мансуб?

Печнинг минимум электр энергияси сарф қилиш оптимал режими қайси катталиқ (параметр) билан ифодаланади?

Печнинг максимал ишлаб чиқарувчанлик бўйича оптимал режими қайси катталиқ билан ифодаланади?

**ПЭЁП**-лари электр энергияси ишчанлиги бўйича қайси гуруҳ категорияси истеъмолчиси ҳисобланади?

**ВЁП**-лар қандай сохаларда қўлланилади?

**ВЁП**-лар қандай тузилган?

**ВЁП**-ларнинг электр жиҳозлари ва уланиш схемаси қандай?

**ВЁП**-ларнинг қандай электр манбааларини биласиз?

**ВЁП** конструкцияларини қандай асосий элементларини биласиз?

**ВЁП** конструкциясидаги ишчи камера қандай тузилган?

**ВЁП**-лар электр манбаалари қандай асосий хусусиятларга эга?

Бошқарилмайдиган вентиллар асосидаги тўғрилагичларнинг асосий белгилари нимада?

Тиристорлар асосидаги тўғрилагичлар қандай асосий параметрларга эга?

Параметрик ток манбааларининг асосий параметрлари қандай?

## Мавзу: Электр пайванд қурилмалари

### Маъруза 23-24.

Электр пайвандлаш ва уни турлари. Пайвандлаш трансформаторларини схемалари. Ўзгармас ток пайвандлаш генераторининг мисоли. Контактли пайвандлаш. Тўқнаштириб пайвандлаш ва нуқтали пайвандлаш. Роликли (чокли) пайвандлаш.

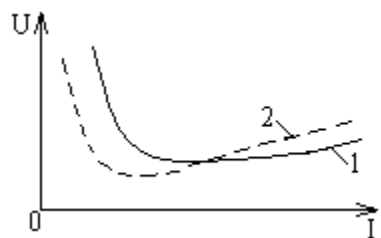
*Электр пайвандлаш ва уни турлари.*

*Электр пайвандлаш*-бу металлларни ток ўтқазиб эриган ёки юмшаган ҳолатга келтириб бир-бирига бириктириш жараёнидир.

Ёйли ва контактли пайвандлашлар мавжуд.

*Ёйли пайвандлашда* асосий металл ва эриб кета-диган металл электрод орасида пайдо бўладиган ёй ис-сиқлик манбасидир. Пайвандлаш ёйини ҳарорати  $5000-8000^{\circ}\text{K}$ -гача бўлиши мумкин.

44-нчи расмда (эгри чизиқ 1) ҳавода ёнаётган электр ёйни статик характеристикаси кўрсатилган.



Расм 44. Очиқ (1) ва химояланган (2) ёйни статик вольт-ампер характеристикалари.

Токнинг қийматлари кичиклигида ёй кучланиши кескин пасаяди. Ток кўтарилган сари (тахминан 1000 А-гача) характеристика токка

боғлиқ бўлмай қаттиқ бўлиб қолади. Токнинг қиймати катталигида ёй кучланиши кўпаяди. Химояланган ёй (расм 44-даги чизиқ 2) токни анча кичик қийматларида кўтарилаётган характеристикага эга, бунга сабаб – ноавтоматик пайвандлашдаги электродларни қопламаси ва автоматик ва ярим автоматик ёйли пайвандлашдаги флюслардан фойдаланиш. Электрод қопламаси ва флюсларда ионланиш потенциали кичик бўлган элементлар мавжуд, бу ёйни турғун ёнишига ёрдам беради, айниқса ўзгарувчан токда.



Ҳар бир манба пайвандлаш токини номинал қиймати ва уни ростланиш диапазони, салт ишлаш ва юкдаги кучланиш, **ФИК**, қувват коэффиценти, уланиш давомийлиги ва ташқи характеристика билан харак-терланади. Ёй турғун ёниши учун манбани ташқи характеристикасини шакли ёйни статик харак-терис-тикасини шаклига тўғри келиши керак. Манбани ташқи характеристикаси шундай бўлиши керакки, ёйни узунлиги ўзгарганда ток қиймати рухсат этилган чегарадан чиқмаслиги керак.

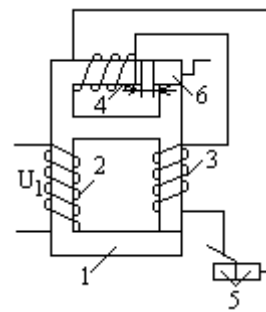
Пайвандлаш ўзгармас еки ўзгарувчан токда бажарилиши мумкин. Ўзгарувчан ток манбаси – пай-вандлаш трансформатори, арзон, оддий ва тежамкор, шунинг учун у амалда кенг қўлланилади.

*Пайвандлаш трансформаторларини схемалари.*

Пайвандлаш трансформаторини иккита схемаси мавжуд:

1) кўпайтирилган магнит тарқатишли – трансформаторни магнит ўтказувчисида ҳаракатланувчи магнитли шунт бўлади (винтлар ёрдамида силжитилади), ёки шунтни қўшимча магнитлайдиган чулғам мавжуд, ёки ҳаракатланувчи чулғамлар мавжуд бўлади;

2) нормал магнит тарқалувчили ва қўшимча реактив ғалтакли-ростловчи дросселли, у трансфор-маторлардан ташқарида бўлади ва ёй занжирига кетма-кет уланади ёки трансформатор ичида бўлиши мумкин. Трансформаторларни бир корпусли бажарилишида пўлат сарфи пасаяди, **ФИК** ва қувват коэф-фиценти кўтариледи. Дроссел трансформаторларни ичига жойлашганда (расм 45) пайванд токини текис ростлаш учун магнит ўтказувчини ҳаволи оралиғи  $\delta$  ўзгартирилади.  $\delta$ -ни ноллигида пайванд токи минимум, чунки реактив чулғамни магнит оқими ва ҳосил бўлган ўзиндукция **ЭЮК**-си максимал бўлади.  $\delta$  максимал-лигида ток ҳам максимал қийматга етади.



Расм 45. Ичига қурилган дросселли пай-вандлаш трансформаторини принципиал электр схемаси: 1-ўзак; 2-бирламчи чулғам; 3-дросселни иккиламчи чулғами;

4-дросселни бирламчи чулғами; 5-пайвандланаётган деталлар;  
6-дросселни ҳаракатланувчи қисми.

Электродлардан бирида иссиқликнинг катта миқдорини ажралиш кераклигида, масалан, қалин листлар пайвандлашда ёки металлни эритиб бирик-тиришда, ўзгармас токдаги пайвандлаш қўлланилади. Ўзгармас ток ёни турғунроқ ёнишини таъминлайди. Энергия манбаси сифатида тўғрилагичлар ва ўзгармас ток генераторлари ишлатилади. Пайвандлаш тўғрилагичлари унификациялаштирилган ва иккита асосий элементлардан иборат: ростловчи жиҳозли трансформаторлар ва вентиляторлар блоқи. Трансформаторларни конструкцияси олдин кўрилганга ўхшаш, аммо асосан уч фазалидир. Пайвандлаш тўғрилагичлари асосан уч фазали Ларионов кўприк схемасида йиғилади. Вентиллар селенли ёки кремнийли бўлади, охирилари ким-матроқ, аммо **ФИК** каттароқ.

+ўлда ушлаб пайвандлашда селенли ёки кремнийли тўғрилагичлар ишлатилади, автоматик пайвандлашда кремнийли тўғрилагичлар ишлайди. Тўғрилаш ускунаси энергия манбаси, стабиллаштириш блоқи (дроссел ва трансформатор) ва бошқарув элементлардан иборат (қайта улагичлар, контакторлар).

Автоматик, ярим автоматик ва қўлда пайвандлашга мўлжалланган универсал тўғрилагичлар мавжуд. Ускуна тўғрилаш блоқи, уч фазали пасайтирувчи трансформатор ва туйинтириш дросселига эга. Дроссел энергия манбасини ташқи характеристикасини шаклланди имкон беради.

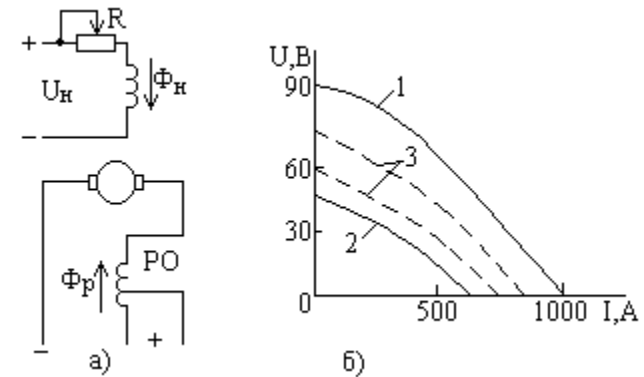
Ҳимояловчи газларда механизациялаштирилган пайвандлашда, флюс қатлами остида, кукунли симда, очик ёйда ҳамда қўлда пайвандлашда **ВД** ва **ВДУ** тиристорлардаги тўғрилагичлар кенг қўлланилади.

*Ўзгармас ток пайвандлаш генераторининг мисоли.*

Ташқи характеристика шаклига қараб ўзгармас ток пайванд генераторлари қия тушувчи, каттик ва қиялиги кичик характеристикалиларига ажратилади.

+ия тушувчи характеристикали генераторлар қўлда, ярим автоматик ва автоиатик усулда, флюс остида пайвандлаш учун мўлжалланган. Уйғотиш усули ва ташқи характеристикаларини шакллаш усулларига қараб пайвандлаш учун мўлжалланган ўзгармас ток генераторлари кетма-кет магнитсизловчи чулғамли, параллел магнитловчи ва кетма-кет магнитсизловчи чулғамли, бўлинган кутбли ва кўндаланг майдонли мустақил уйғотилувчи генераторларга бўлинади.

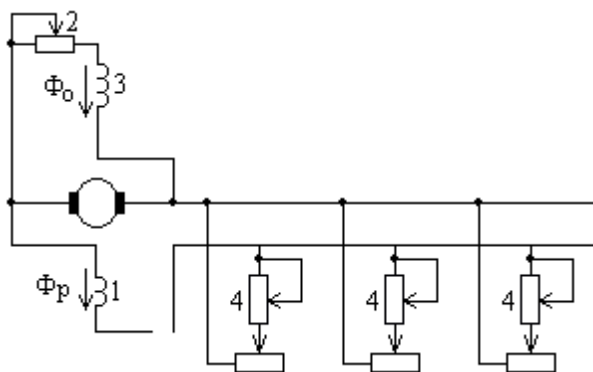
Мисол сифатида расм 46,а-да кетма-кет магнитсизловчи чулғамли мустақил уйғотилувчи генераторни принципиал электр схемаси келтирилган.



Расм 46. Мустақил уйғотилувчи генераторни принципиал электр схемаси ва ташқи характеристикалари: 1-реостат тўла чиқарилганда, 2-реостат тўла киритилганда, 3-реостат қисман киритилганда.

Мустақил уйғотувчи чулғам ярим ўтказгич тўғрига-гичига уланган, чулғам токи реостат билан ростланувчи  $\Phi_n$  оқимни уйғотади. Магнитсизловчи чулғам пайвандлаш занжирига кетма-кет уланган, унинг пайвандлаш токи  $I$ -га пропорционал бўлган  $\Phi_p$  оқими  $\Phi_n$  оқимга қарши йўналган. Ёйдаги кучланиш  $U_\varepsilon = c(\Phi_n - \Phi_p) - IR_\varepsilon$ ; салт режимда  $I = 0$ ,  $\Phi_p = 0$  ва  $U_\varepsilon = c \Phi_n$ . Пайвандлашда  $I > 0$  ва  $\Phi_p > 0$ , шунинг учун ёйдаги кучланиш камаяди (расм 46, б). +исқа туташув токи  $I_{кт}$  магнитсизловчи чулғамни ўрамлар сонини ўзгартириб ростланади.

+аттиқ ва қия характеристикали генераторлар кўпинча кўп постли манбалар сифатида ишлатилади (расм 47). Бундай генератор аралаш уйғотишли ўз-



Расм 47. Балластли реостатларга эга кўп постли пайвандлаш қурилмасини схемаси.

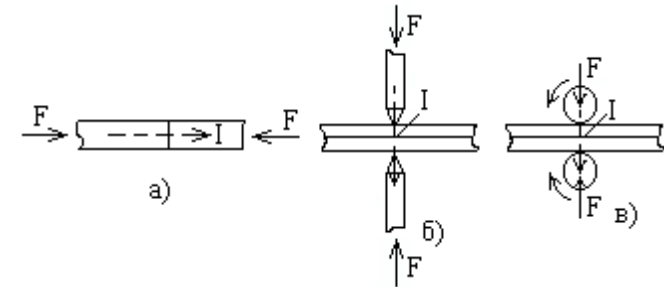
гармас ток машинасидир. Битта пайвандлаш

постини иккинчисига таъсирини йўқотиш учун генераторни ташқи характеристикаси юкланишни диапазонида қаттиқ бўлиши керак. Шунинг учун параллел 3 ва кетма-кет 1 уйғотиш чулғамларни магнит оқимлари бир хил йўналганлар. Салт иш кучланиши реостат 2 ёрдамида ўрнатилади. Ҳар бир пост машинага балластли реостат 4 орқали уланади, у пайвандлаш режимини кенг миқёсда ростлашга имкон беради.

Ташқи характеристикалари ростланувчи универсал пайванд генераторлари ҳам мавжуд. Масалан, аралаш уйғотиш схемасида бажарилган генераторда тушувчи характеристикадан қаттиғига кетма-кет чулғамни қарши уланишдан бир йўналишда уланишга ўтказиш ва унинг ўрам сонларини ўзгартириш билан ўтказилади; занжирдаги дроссел керакли динамик хусусиятларни олишга имкон беради.

*Контактли пайвандлаш* пайвандлашни пластик турига қарайди ва босим билан бажарилади. Контактли пайвандлашда иссиқлик энергия элементлар контактланган жойда концентрацияланади, босим туфайли эса бири-кишни мустаҳкамлиги ва тўлаллиги таъминланади. Контактли пайвандлашни уланувчи, нуқтали ва роликли (чокли)-лари бўлади.

Уланишли пайвандлашда (расм 48, а) деталлар контактланган сирт бўйича тўла пайвандланади. Пай-

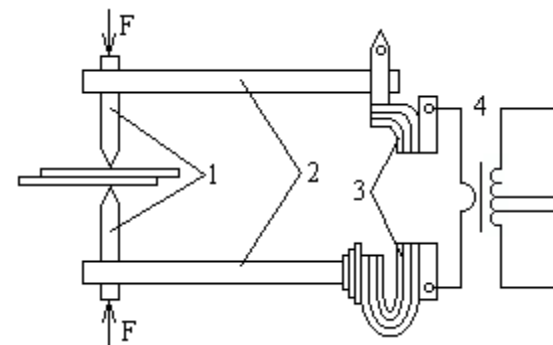


Расм 48. Контактли пайвандлашни турлари.

вандлашни бу тури, ўз навбатида, қаршилик билан пайвандлаш ва биргаликда эритиш билан пайвандлашга бўлиниши мумкин. Қаршилик билан пайвандлашда маҳкам қисилган деталларни учлари ток билан эритмай қиздирилади, кейин эса пластикли деформацияланади ва пайвандланади. Биргаликда эритиб пайвандлашда деталлар секин контактлангунча яқинлаштирилади (трансформаторни уланган ҳолатида), аммо пайвандланаётган қисмлар бир бирига босим билан бирик-тирилмайди. Катта қаршиликли контакт ҳосил бўлади ва у ерда кўп миқдорда иссиқлик ажрайди. Металлни эриши содир бўлади. Етарли қизишидан кейин деталлар ўқ бўйлаб  $F$  куч билан қисилади, металл деформацияланади ва пайвандланади.

Нуқтали пайвандлашда (расм 48, б) деталлар контактланган сиртни керакли нуқталарида пайвандланади. Пайвандлаш бир, икки ва кўп нуқтали бўлиши мумкин.

Роликли (чокли) пайвандлашда (расм 48, в) деталлар узлуксиз еки узилувчи чок билан бириктирилиб, айланувчи роликлар орқали келтириляётган ток ўтиши натижасида бажарилади.



Контактли пайвандлаш қурилмаларини схемалари деярли бир хилдир (расм 49). Трансфор-

маторни

Расм 49. Контактли пайвандлаш қурилмасини схемаси.

бирламчи чулғами 4 секцияланган ва кучланиши 380 В тармоққа уланади. Шинасим 2-ни бир томони ток ўтказувчи 3 орқали трансформаторни иккиламчи ўрама билан уланади, иккинчи томони мис ва қисувчи электродлар 1 еки роликлар билан уланади. Одатда электр занжирни қаттиқ элементлари (1, 2) мис прокатдан тайерланади. Эгилувчан қисмлар (3) мис фольга еки кўп сонли ингичка симлардан тишқил топган эгилувчан симлардан тайерланади. Иккиламчи контурни ўлчамлари ва конструкцияси технологик имкониятлар ва пайвандлаш аппаратурини энергетик кўрсаткичлари билан белгиланади.

Контактли пайвандлаш импульс токи билан ба-жарилади, импульсни давомийлиги секундани қисмла-ридан бир неча секундларгача ўзгариши мумкин. Шу-нинг учун иккиламчи ўрамлар кўпинча оқар сув билан совутилади. +урилма дастурлаштирилган вақт ростловчиси томонидан бошқариладиган контактор билан ёқилади ҳамда электромагнит (кичик ток-ли), игнитрон ва тиристорли контакторлар билан ҳам ёқилади.

## Назорат саволлари:

Электр билан пайвандлаш мазмунини тушунтиринг.

+андай пайвандлаш турларини биласиз?

Пайвандлаш жиҳозларининг қандай иш режимларини биласиз?

Эритмай ва эритиб пайвандлаш жараёнларини қандай тушуна-  
сиз?

Ёйли пайвандлаш нима?

Контактли пайвандлаш нима?

Контактли пайвандлашнинг қандай усулларини биласиз?

Контактли пайвандлашда пайвандланувчи юзаларни айтиб  
ўтинг.

Электрод ва флюс нима?

Электр пайвандлаш қурилмаларининг электр манбаалари, улар-  
га талаблар.

Электр пайвандлаш манбасини қандай катталиклар характер-  
лайди?

Пайвандлаш қурилмалари ток манбаасининг ташқи характери-  
стикасини тушунтиринг.

Пайвандлаш қурилмалари ток манбаасининг статик характери-  
стикаси қандай боғланишни ифодалайди?

Ионизациялаш потенциали деганда нимани тушуна-  
сиз?

Ўзгарувчан ток манбалари ва пайвандлаш трансформаторлари-  
ни схемаларини тушунтиринг.

Пластик пайвандлаш деганда қандай усул тушунилади?

Ўзгармас токда пайвандлаш қачон ишлатилади?

Ўзгармас токда пайвандлашни энергия манбалари?

Механизациялаштирилган пайвандлашни турлари ва ишлати-  
ладиган тўғрилагичлар.

Ўзгармас ток генераторлари ва улардан мисол келтиринг.

Уланишли пайвандлашни тушунтиринг.

Нуқтали пайвандлашни тушунтиринг.

Нуқтали пайвандлашнинг қандай хусусиятларини биласиз?

Роликли (чокли) пайвандлашни тушунтиринг.

Пайвандлаш қурилмаларининг белгиланишига кўра чокли пай-  
вандлаш турларини айтинг.

Роликли усулда қандай махсулотлар пайвандланади?

Пайвандлаш трансформаторлари (агрегатлари)-нинг қандай турларини биласиз?

Ўзгарувчан ток пайвандлаш агрегатларини ишлаш принципи, асосий хусусиятлари?

Пайвандлаш генераторларининг ташқи характеристикасини тушунтиринг?

Ўзгарувчан ток пайвандлаш агрегатларининг афзалликлари нималардан иборат?

Дросселли пайвандлаш трансформаторидан Никитин трансформатори нималар билан фарқ қилади?

Бир постли ва кўп постли пайвандлаш қурилмалари ўртасидаги фарқларни айтинг.

Кўп постли пайвандлаш агрегатларининг тузилиши, ишлаш принципи?

Бир постли пайвандлаш генераторларининг ишлаш принципи?

Балласт реостатининг вазифасини айтинг.

Ток кучи 40x260 А бўлган 5 та параллель секцияли балласт реостатнинг схемасини тушунтиринг.

+айси усулда пайвандлашда ўтиш қаршилиги ҳисобга олинади?

Пайвандлашнинг ривожланиш одимларини айтинг.



## Мавзу: Индукцион қиздириш қурилмалари

### Маъруза 25-26.

Индукцион қиздириш қурилмалари. Саноат частотасида ишлайдиган қурилмалар. Ўрта частотали қурилмалар. Юқори частотали қурилмалар. Термоишловдаги қиздириш индукторлари.

*Индукцион қиздириш қурилмалари.* Иш принципи бўйича тўғридан-тўғри бевосита қиздириш қурилмаларга қарайди. Бу ерда электр энергияси магнит майдон энергиясига айлантирилади, кейин эса қиздириладиган жисмга узатилади ва унда ис-сиклик сифатида ажрайди. Энергияни қиздирилувчи объектга узатиш учун контактланувчи жиҳозларни кераги йўқ. Бу қизди-рувчиларни конструкциясини содалаштиради, қурилмани компактлигини оширади ва технологик жа-раённи авто-матлаштиришга имкон беради. Одатда, ин-дукцион қиздиришда унумдорлик ошади, буюмларни сифати яхшиланади ва ишлаб чиқаришни санитария гигиена шароитлари яхшиланади.

Ўзгарувчан магнит оқим қиздириладиган металлда ЭЮК ҳосил қилади.

$$E = 4,44wf\Phi_0 \cdot 10^{-8}, \quad (34)$$

бу ерда  $w$ -индукторни ўрамларини сони;  $f$ -индуктор токини ча-стотаси;  $\Phi_0$ -индукторни магнит оқими, Вб. ЭЮК уярма ток  $I$ -ни ҳосил қилади, ток эса матери-ални қиздиради. Металлда ис-сикликка айланаётган қувват:

$$P = I^2 R_m, \quad (35)$$

бу ерда  $R_m$ -металл қаршилиги, Ом.

Икки тенгламани солиштирсак, қўрамызки, материалда ажралаётган қувват ток частотаси ва магнит оқимга боғлиқ.

Ўзгарувчан ток манбасига уланган индукторда ўзгарув-чан магнит майдон ҳосил қилинади. Сиқиб чиқариш эффекти туфайли ток зичлиги қиздириладиган жинс кесимида бир хил эмас: сирт қатламда каттароқ, ичида кичикроқ. Токни қиздири-

лаетган детални қалинлигига сингиш даражаси (демак, электромагнит тўлқинни) сингиш чуқурлиги билан характерланади

$$\Delta = \sqrt{2\rho/\omega\mu_a} = 503\sqrt{\rho/\mu_r f}, \quad (36)$$

бу ерда  $\rho$ -материални солиштирма қаршилиги, Ом/м;  $\mu_a = \mu_0\mu_r$ -магнит сингдирувчанлик;  $\mu_0 = 0,4\pi\cdot 10^{-6}$  Гн/м-магнит доимийси;  $\mu_r$ -металлнинг нисбий магнит сингдирувчанлиги;  $\omega = 2\pi f$ -бурчак частотаси.

Металлни сиртидан  $\Delta$  масофада электромагнит энергияни **86,5%** ажрайди. Амалда эса энергияни ҳаммаси  $\Delta$  қалинликдаги қатламда ажрайди деб ҳисобланади.

Энергия манбаси қувватини, қиздириш частотаси ва вақтини ўзгартириб, керакли ҳароратгача детални ҳаммасини ёки маълум қалинликдаги қатламни қиздириш мумкин. Қиздириш частотаси қурилмани конст-рукциясини белгилайди. Индукцион қурилмалар конструкциясига қараб саноат, ўрта ва юқори частоталиларга бўлинади.

*Саноат частотасидаги қурилмалар* деталларни прокаткада, шакл беришда, штамплашда, преслашда, қалайлаш учун, деталларни ҳар хил мақсадлар билан қиздириш учун ва ҳоказолар учун қўлланилади. Бу қурилмаларда токни частотаси электромагнит энергияни қиздириладиган қатламга максимал сингдириш шартидан топилади. Пўлат цилиндрсимон заготовка учун:

$$f = 3\cdot 10^6/d^2, \quad (37)$$

$d$ -заготовкани диаметри, мм.

Пўлат заготовкани диаметри 150 мм-дан кам бўл-маганда саноат частотаси 50 Гц-ни ишлатиш мумкин. Бу ҳолда қурилмада частота ўзгартиргичи бўлмайди. Фақат алмаштирилувчи индукторларга эга индукцион иситгич керак холос.

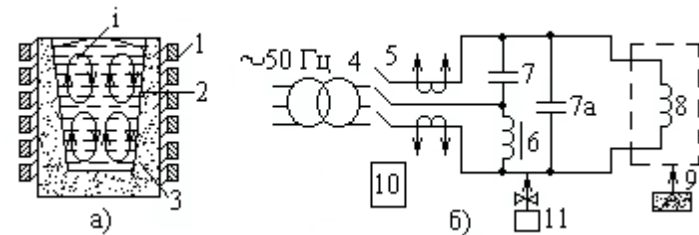
Мустаҳкамловчи қурилмаларни токини частотаси мустаҳкамлаш керак бўлган қалинликни чуқурлигига қараб танланади. Ўрта углеродли пулатдан ясалган де-талларда  $\Delta_m$  (мм) қалинликда мустаҳкамланадиган қат-лам олиш учун оптимал частота (Гц) қуйидаги эмпирик формулалардан топилиши мумкин:  $f = (3 \div 5)\cdot 10^4/\Delta_m^2$ ; мураккаб шаклли деталлар учун  $f \approx 5\cdot 10^5/\Delta_m^2$ .

Вазифаси бўйича индукцион қурилмалар эритувчи печлар, миксерлар ва қиздирувчи қурилмаларга бўлинади. Индукцион печлар қора ва рангли металллар ва аралашмаларни эритишга хизмат қилади. Миксерлар - металлни қуйиш ҳароратигача иситиш ва керакли ҳароратни таркибни текислаш мақсадида ушлаб туриш учун ишлатилади. Қиздирувчи индукцион қурилмалар деталларни иссиқ ҳолатда ишлов бериш ҳароратигача ёки металлни қиздириб деформациялаш, яъни металлни эриш ҳароратидан камроқ ҳароратгача қиздиради.

Кичик ва ўрта қувватли индукцион қурилмалар одатда кучланиши 380 В манбадан энергия оладилар. Тармоққа тўғри уланиш имконияти йўқлигида ва ис-теъмол қилинаётган қувватни ростлаш зарурлигида поғоналари қайта уланадиган электропечли трансфор-маторлар еки тиристорли ўзгартиргичлар ишлатилади.

Саноат частотадаги индукцион печлар (каналли, катта тигелли) сифатли пўлатлар ва рангли металллар олиш учун кенг ишлатилади. Ўзаксиз индукцион тигелли печни тузилиши расм 50, а-да кўрсатилган.

Печни иш принципи эриган металл 2 томонидан электромагнит энергияни ютишга асосланган, тигель 3 индуктор 1 ҳосил қиладиган ўзгарувчан магнит майдонга қўйилган. Печларни индукторлари сув билан совутиладиган мис трубкадан еки ҳаво билан совутиладиган мис симдан тайерланади. Магнит оқим ҳаво оралик, кожухни металл конструкциялари ва металл юклама (шихта) орқали ўтади. Шихтада



Расм 50. Ўзаксиз индукцион тигел печи.

индуцирланган ток металлни қиздириб эритади. Сирт эффект туфайли шихтани ташқи қатламлари энг интенсив қизийдилар. Шихтадаги тоқлар индуктор токи билан ўзаро таъсирда бўлиб, натижада электродинамик кучлар ҳосил бўлади. Бу кучларни йўналишлари қарама-қаршидир. Натижада эриган металл чеккадан ўртага ўтади ва интенсив аралашади ва унинг сирти кўп-чийди.

Саноат частотадаги индукцион печни уланишини принциал схемаси (расм 50, б) трансформатор 4, контактор 5, дроссел 6, конденсатор батареялари 7 ва 7а, бир фазали печ 8, печни энгиштириш учун ишлайдиган гидро- ёки электр юритма механизми 9, бошқарув шкафи 10 ва индукторни совутиш қурилмаси 11-дан иборат. Дроссел ва батарея 7 тармоқни 3 та фазасини юқини балансировкалаш учун хизмат қилади.

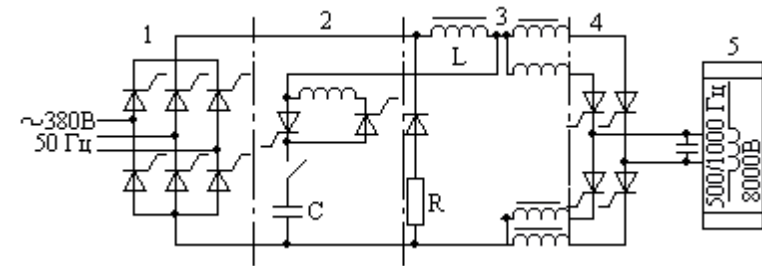
Катта магнит тарқатиш туфайли тигел печларни қувват коэффиценти жуда паст (0,05 ÷ 0,25). Шунинг учун ремктив қувватни компенсациялаш учун ҳамма тигел печларга сиғими ростланадиган конденсатор батареялари 7а ўрнатилади.

*Ўрта частотали қурилмалар* деталларни тоблаш, заготовкаларни босим билан ишловдан олдин ва заготовкани кичик қисмларини (масалан, трубани эгиш учун) иситиш, лак бўёқ қопламаларни қуриштириш, металл листларни пайвандлаш ва бошқалар учун ишлатилади. Бу қурилмалар ўрта (юқори) частота ўзгартиргичи, генератор ва индуктор орасидаги пасайтирувчи транс-форматор, индукторли индукцион қиздирувчи, конденсаторлар батареяси, сув билан совитиш тизими, буюмларни юклаш ва тушириш механизми, шчитлар, пультлар ва бошқарув шкафларидан иборат бўлади. Ўрта частота манбаси сифатида оддий қутблари якқол кўринмайдиган синхрон машиналар хизмат қилади (500 Гц-гача). Катта частоталарда (10000 Гц) индуктор турдаги генераторлар хизмат қилади. Уларни иш чулғами ва уйғотиш чулғами статорда бўлади. Тишли ротор айланиб, асосий магнит оқимни пульсланишини ҳосил қилади. Пульсланиш эса иш чулғамида частотаси

$$f = \frac{zn}{60} \quad (38)$$

бўлган ЭЮК-ни ҳосил қилади, бунда  $z$ -роторни тишларининг сони;  $n$ -айланиш частотаси,  $\text{мин}^{-1}$ .

Тиристорли ўзгартиргич юқори ФИК-га эга, кучланиш ва частотани текис ростлашга имкон беради, шунинг учун частотаси юқорироқ индукцион қурил-маларда кенг қўлланилади. Расм 51-да тиристорли частота ўзгартиргичга эга индукцион қурилмани принципиал схемаси келтирилган. СЧИ ва ТПЧ турдаги



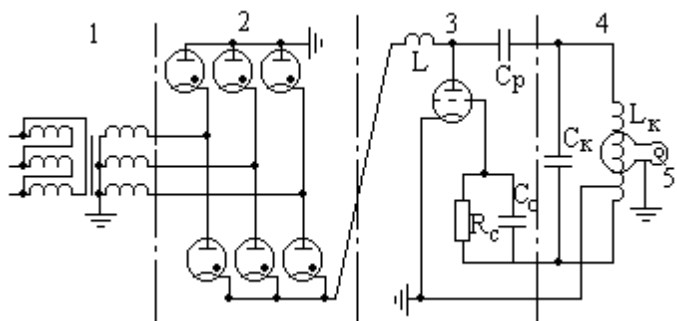
Расм 51. Частотани тиристорли ўзгартиргичига эга индукцион қурилмани принципиал электр схемаси.

тиристорли улаш жихози 2-га эга тиристорли ўз-гартиргичлар ишлаб чиқилади. Тўғрилаш блоки 1-дан кейин тўғриланган ток текисловчи реактор 3-да те-кисланади. Инвертор 4 ўзгармас ток энергиясини ке-ракли частотадаги ўзгарувчан ток энергиясига айлан-тиради. Бу холда чиқиш частотаси юкланган тебранувчи контур 5 частотаси билан белгиланади. Контур қиз-дирувчи индуктор ва параллел уланган конденсаторлар батареясидан иборат, батарея тиристорларни комму-тациялаш ва қувват ко-эффициентини ошириш учун хизмат қилади.

Металлни ички қатламларини қовушқоклигини сақлаб, деталнинг сирт қатламида максимал қувват ажратиш зарурли-гида юқори частотали қурилмалар ишлатилади (частота 10 кГц-дан юқори). Уларни қиздириш ва эритиш (кичик ҳажмдаги ўзаксиз печлар), трубалари пайвандлаш, кичик диаметрдаги кўп

сонли деталларни сиртини мустаҳкамлаш, паст ҳароратли плазма олиш учун ва бошқа мақсадларда ишлатилади.

Юқори частотали қурилмалар махсус, қуввати 600 кВт-гача етадиган лампали генераторлардан энергия олади (расм 52). Уларни асосий элементлари: кучланишни 380 В-дан 7,5-10 кВ-гача кўтарадиган уч фазали анод трансформатори 1; ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантирадиган тўғрилаш блоки 2; ўзгармас ток энергиясини юқори частотали ўзгарувчан ток



Расм 52. Лампали генераторни принципиал электр схемаси.

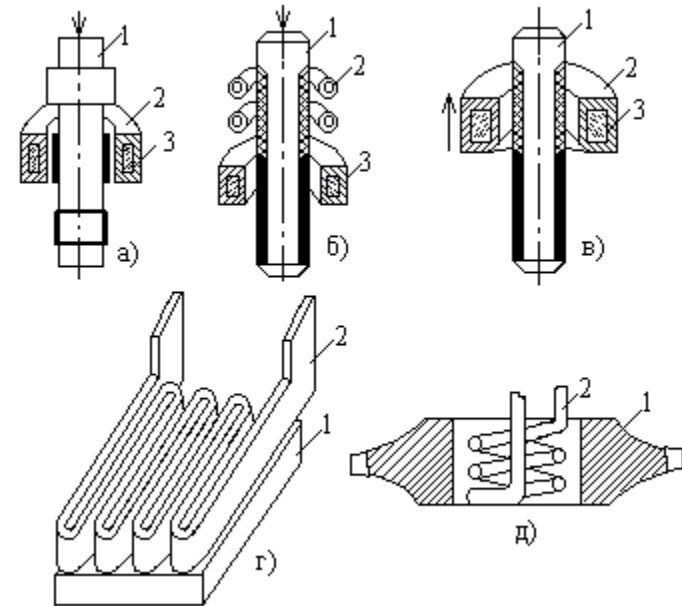
энергиясига айлантирувчи уч электродли лампалардан иборат генератор блоки 3; конденсаторлар батареяси  $C_k$  ва қиздирувчи индуктор  $L_k$ -га эга трансформатордан иборат тебраниш конткри 4. Генераторларнинг саноат намуналари одатда ўз ўзини уйғотиш схемасида йиғи-лади, схемага генераторни уйғотишга ва унинг ишини бошқаришга қарашли элементлар киради: тескари алоқа контури; қиздириш кучланишини стабилизатори; дросселлар  $L$ , ажратувчи конденсаторлар  $C_a$ . +издирувчи индуктор, қоидадек, паст кучланишга (15-120 В) мўлжалланади. Совутиш учун қурилма лампаларни ва индукторни сув билан совутиш системаси билан таъминланади.

+издирувчи индукцион қурилмалар деталларни сиртини мустаҳкамлаш учун тезда қиздириш керак-лигида, тоблаб, қўйиб юборишда, машиналар йиғишдаги қиздириб ўтқазишда ва бошқаларда энг кўп тарқалган. Термик ишлов бериш жараёни бунда газ печларда, қаршилик печларида ёки тузли ванна-

ларда қиздиришга нисбатан 10-лаб марта тезлашади. Бунда энергия маълум узунлик ва чуқурликдаги қатламда концентрацияланади, бу эса ўз-ўзини қўйиб юбориш ходисасини деталлардаги ички ҳароратли кучланишларни олиб ташлаш учун ишлатишга имкон беради.

*Термоишловдаги қиздириш индукторлари.* Термик ишловдаги ҳар хил индукцион қиздириш индукторларни эскизлари расм 53-да кўрсатилган.

Индукторларни шакли детал сиртини шаклига боғлиқ. Улар ўзакли ажралувчи (**ФИК**-ни яхшилаш учун), кўп ўринли (бир неча детални жойлаштириш учун) ва ҳоказо бўлиши мумкин. Деталларни тўғри бурчакли кесимдаги сирт ости тоблаш учун индуктор ўрамлари детал шаклига мослаб тайёрланади, ясси деталларни қиздиришда ўрамлар ясси ёки тўғри бурчакли спирал шаклига эгилади. Деталларни совитиш учун кўпинча сувли душ ёки совитувчи суюқликли ванна



Расм 53. Термик ишловдаги қиздириш индукторларини эскизлари: а-навбатли сиртий тоблаш; б-детални силжитиб узлуксиз-

кетма-кет тоблаш; в-олдингидай, фақат индукторни силжитиб;  
г-ясси детални қиздириш; д-подшипникни ўтқизиш учун қизди-  
риш; 1-детал; 2-индуктор; 3-сув билан совитиш.

ишлатилади. Тоблаш учун қиздиришдаги токни частотаси детал диаметрига боғлиқ ва тахминан  $f \approx (1-2) \cdot 10^7 / d$  ифодадан топилади, мустақкамланган қатлам чуқурлиги  $z$  эса  $(0,007 \div 0,15)d$  чегараларда белгиланади, бу ерда  $d$ -детал диаметри, мм.

Индукцион қурилмалар катта энергия истеъмолчиларидир, шунинг учун уларни **ФИК**-и муҳим характеристикаларидан бири. Индукторни тўла **ФИК**-и  $\eta_n = \eta_e \eta_t$ , бу ерда  $\eta_e$ -индукторнинг электр **ФИК**-и;  $\eta_t$ -термик **ФИК**.

Индукторни электр **ФИК**-и

$$\eta_e = P_2 / (P_2 + \Delta P_n), \quad (39)$$

бу ерда:  $P_2$ -заготовкада ажрайдиган тўла қувват;  $\Delta P_n$ -индуктирловчи симдаги сарфлар.

Термик **ФИК**

$$\eta_t = P_T / (P_T + \Delta P_T), \quad (40)$$

бу ерда:  $P_T$ -заготовкада битта цикл қиздиришда аж-райдиган фойдали қувватни ўрта қиймати;  $\Delta P_T$ -атроф мухитга ўтадиган иссиқлик сарфи.

Агар оралик иссиқлик изоляцияси билан тўлдирилган бўлса, оралик қатлам кенгайиши билан электр **ФИК** пасаяди, термик **ФИК** эса кўпаяди.

Тажриба кўрсатадики, максимал тўла **ФИК**-га  $D_1/D_2 = 1,332$  нисбатда эришилади, бунда  $D_1$ -индукторни ички диаметри;  $D_2$ -детал диаметри.

Шамотли изоляцияга эга цилиндрсимон индукторларни иссиқлик исрофлари (киловатт) куйидаги ифодадан топилади:

$$\Delta P_T = 3,74 \frac{a_1}{\lg(D_1 / D_3)}, \quad (41)$$

бу ерда:  $a_1$ -индукторни узунлиги, м;  $D_3$ -иссиқлик изоляциясини ички диаметри.



$f = 3 \cdot 10^6 / d^2$  ифодадан етарли даражадаги юқори электр **ФИК** олиш мумкин бўлган ва энергияни исрофлари камаядиган энг кичик частотани топиш мумкин:  $f_{\min} = 6 \cdot 10^8 \rho / (d^2 \mu_a)$ .

## Назорат саволлари:

Индукцион қиздириш принципи нималардан иборат?

Индукцион қиздиришни афзалликлари.

Индукцион қиздиришни назарияси.

Юза ва тўлиқ индукцион қиздириш тушунчаларини изохланг.

**И++**-ларининг актив қувватини аниқлаш тартиби.

+урилма сарф қилган фойдали қуввати қандай катталикларга боғлиқ?

Индукцион қиздириш қурилмасини иш принципини тушунтиринг.

Индукцион қиздириш қурилмаларининг қандай турларини биласиз?

Пўлат ўзакли индукцион печларининг тузилиши, ишлаш принципини тушунтиринг?

Индукцион каналли печни (**ИКП**) ишини ҳоссалари нимадан иборат?

**ИКП**-лар қандай электр манбааларига уланади?

**ИКП**-ларнинг қандай уланиш схемаларини биласиз?

Бир фазали алюминий эритиш учун белгиланган **ИКП** схемасининг асосий жиҳозлари қайсилар?

**ИКП**-ларнинг асосий электр ва ишчи параметрлари қандай аниқланади?

**ИКП** уланиш схемасида автотрансформатор нима учун белгиланган?

**ИКП** уланиш схемасидаги конденсаторлар батареясининг вазифаси нимадан иборат?

**ИКП** актив қувватининг қиймати қандай аниқланади?

Конденсатор батареяси сиғими тенгламасидан қайси холларда фойдаланилади?

**ИКП**-ларнинг қувват коэффициентини қийматлари қандай катталикларга эга?

Конденсатор батареясининг қуввати қандай аниқланади?

**ИКП**-нинг тузилиши қандай?

**ИКП**-конструкциясига кирувчи асосий қисмлари қайсилар?

**ИКП** индукторининг вазифаси қандай?

**ИКП** «канал» қисмининг вазифаси қандай?

**ИКП** билан куч трансформаторининг ўртасидаги принципиал фарқларни тушунтиринг.

+исиш, уярма ва иссиқлик эффектларининг моҳиятини тушунтиринг.

Саноат частотали қурилмалар нимага ишлатилади ва уларни тузилиши?

Вазифаси бўйича индукцион қурилмаларни таснифланг.

Ўзаксиз индукцион тигел печни тузилиши, электр схемаси ва иш принципини тушунтиринг.

Индукцион тигел печни ишини ҳоссалари нимадан иборат?

**ИТП**-лар қандай тузилишга эга?

**ИТП** конструкцияси геометрик ўлчовлари ўртасида қандай муносабатлар мавжуд?

**ИТП**-ларнинг қандай турлари мавжуд?

**ИТП**-ларнинг асосий параметрларини келтиринг.

**ИТП**-ларнинг уланиш схемалари.

Частотасига кўра **ИТП**-лар қандай турларга бўлинади?

Белгиланган қалинликда индукцион киздириш учун зарур оптимал частота қандай аниқланади?

Белгиланган чуқурликда индукцион киздириш учун оптимал частотани аниқлаш қандай амалга оширилади?

+издирилаётган деталь диаметрига кўра оптимал частота қандай аниқланади?

+айси турдаги **ИТП** электр манбаасига машинали частота ўзгартиргич орқали уланади?

+айси турдаги **ИТП**-лар лампали генераторлар орқали манбаага уланади?

Юқори частотада ишловчи **ИТП** уланиш схемасининг асосий жиҳозларини айтинг.

**ЮЧИ**++-лар учун оптимал частота қандай аниқланади?

Схемадаги конденсатор батареяси қандай вазифани бажаради?

Ўрта частотали қурилмалар нималар учун ишлатилади?

Ўрта частотали қурилмалар таркибига қандай жиҳозлар кирди?

Тиристорли частота ўзгартиргичига эга индукцион қурилмани электр схемасини тушунтиринг.

Индукцион қиздириш учун ишлайдиган генераторни электр схемасини тушунтиринг.

Манбаага улаш генераторининг қуввати қандай аниқланади?

Юқори частотали қиздирувчи индукцион қурилмалар қандай мақсадларга ишлатилади?

Термоишлов учун қиздирадиган индукторларни тузилишини ва иш принципини тушунтиринг.

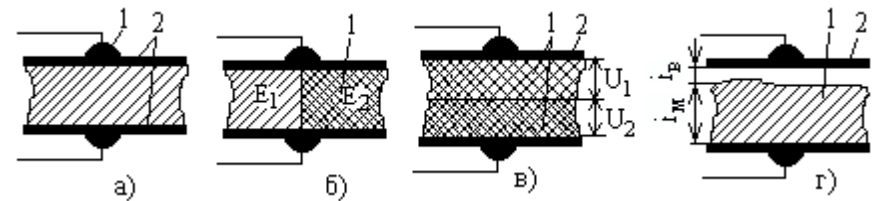
Индукцион қурилмаларни электрик, термик **ФИК**-ларига баҳо беринг.

## Мавзу: Юқори частотали диэлектрик қиздиришни қурил- малари

### Маъруза 27-28.

Диэлектрик қиздириш. Диэлектрик қиздириш ускуналарини таснифлаш. Юқори частотали генераторни схемасини мисоли. Юқори частотали диэлектрик қиздиришни қўллаш сохалари.

*Диэлектрик қиздириш.* Диэлектриклар токни ёмон ўтказувчиларидир, шунинг учун ўтказувчанлик тоқларидан чиқади-ган сарфлар улардан кам. Аммо, диэлектрикни металл пласти-налар орасига қўйиб, унга ўзгарувчан кучланиш уланса, сил-жиш жараёнлари натижасида диэлектрик исрофлар ҳосил бўла-ди. Бундай сарфлар ва ўтказувчанликни кичик тоқларини сарфлари диэлектрикни қиздиради. Бу ходиса саноатда номет-талл материалларни қиздириш учун қўлланилади (расм 54). Қиздириладиган материал 1 конденсаторни металл қатламлари 2 орасига қўйилади (ишчи конденсатор ҳосил бўлади) ва тебраниш контурини сиғимий шахобчасига уланади. Эслатамиз, индукцион қиздиришда қиздирилаётган детал индуктор билан контурни индуктив шахобчасига киради. (Эквивалент электр схемаларида ишчи конденсатор резистор билан



Расм 54. Қиздириладиган материални жойлаштириш вариантла-ри.

кетма-кет уланган конденсатор кўринишида кўрсатилади.)

Ясси параллел электродли ишчи конденсаторда ажрай-диган қувват

$$P = UI \cos \varphi = U^2 \cdot 2\pi \cos \varphi, \quad (42)$$

C-ишчи конденсатор сифими,  $\Phi$ ;  $f$ -юқори частотали генераторни частотаси, Гц.

Диэлектрик қиздириш қурилмаларда кучланиш ва ток орасида фаза силжиш бурчаги  $\pi/2$ -га яқин, шунинг учун  $\cos\varphi \approx \text{tg}\delta$  деб ҳисоблаш мумкин,  $\delta$ - $\varphi$  бурчакни  $\pi/2$ -гача тўлдирадиган диэлектрик исрофлар бурчаги. Натижада ифода ўзгаради:

$$P = 2\pi f C U^2 \text{tg}\delta = 2\pi f U^2 \epsilon_a (S/l) \text{tg}\delta, \quad (43)$$

$\epsilon_a = \epsilon_0 \epsilon$ -қиздирилаётган материални абсолют диэлектрик сингдирувчанлиги, Ф/м;  $S$ -ишчи конденсаторни қатламларини сирти, м<sup>2</sup>;  $l$ -конденсатор пластиналари орасидаги масофа, м;  $\epsilon_0 = 8,86 \cdot 10^{-12}$  Ф/м-электр доимийси;  $\epsilon$ -қиздирилаётган материални нисбий диэлектрик сингдирувчанлиги.

Диэлектрик (конденсатор)-ни ҳажм бирлигида ажратган қувват (кВт/м<sup>3</sup>) куйидаги ифодадан топилиши мумкин:

$$P_0 = 5,55 \epsilon_a f E^2 \text{tg}\delta, \quad (44)$$

бунда  $E = U/l$ -конденсатордаги электр майдонни кучланганлиги, кВ/м.

Агар  $K = \epsilon_a \text{tg}\delta$  белгиланса ва бу катталик материал хусусиятларига боғлиқлигини ҳисобга олинса, солиштира кувват  $p_{\text{сол}} = A U^2 K f$ ,  $A$ - доимий.

Кучланиш танлашда икки омилни ҳисобга олиш керак бўлади: кучланишни кўпайтирилиши, бир томондан, каттароқ солиштира кувватларни (қиздириш тезлигини), иккинчи томондан тешилишга ва ишдан чиқишга олиб келади. Таъкидлаш жоизки, фақат бир жинсли материалда (р. 54, а) қиздириш ҳажмни ҳаммасида бир текисда кечади. Агарда материал бир жинсли бўлмаса, яъни ҳар хил  $\epsilon$  ва  $\text{tg}\delta$ -ларга эга ҳудудлар мавжудлигида, ундаги қизиш бир хил бўлмайди. Бу хусусиятдан танлаб қиздиришда фойдаланилади.

Икки ходисани кўриб чиқамиз. Биринчисида (расм 54, б)  $\epsilon$  ва  $\text{tg}\delta$ -лари ҳар хил материалларни ажралиш чегараси электр майдонни куч чизиклари бўйлаб ўтади. Солиштира кувватлар нисбати:

$$\frac{p_{1\text{сол}}}{p_{2\text{сол}}} = \frac{\epsilon_1 U_1^2 \text{tg}\delta_1}{\epsilon_2 U_2^2 \text{tg}\delta_2} = \frac{K_1 U_1^2}{K_2 U_2^2}, \quad (45)$$

бу ерда:  $U_1$  ва  $U_2$ -биринчи ва иккинчи материалларни конденсаторларини кучланишлари;  $K_1, K_2$ -доимий катталар.

$U_1 = U_2$  бўлгани учун  $p_{1\text{сол}}/p_{2\text{сол}} = K_1/K_2$ , яъни солиштирма кувватлар сарфлар факторларига тўғри пропорционал тақсимланади.

Иккинчи ходисада (расм 54, в)  $\text{tg}\delta < 0,5$ -лигида  $U_1/U_2 \approx \epsilon_2/\epsilon_1$  деб ҳисоблаш мумкин, шунинг учун:

$$\frac{p_{1\text{сол}}}{p_{2\text{сол}}} = \frac{U_1^2 \epsilon_1 \text{tg}\delta_1}{U_2^2 \epsilon_2 \text{tg}\delta_2} \approx \frac{\epsilon_2 \text{tg}\delta_1}{\epsilon_1 \text{tg}\delta_2}, \quad (46)$$

яъни солиштирма кувватларни нисбати диэлектрик сарфларни бурчакларини тангенсларини нисбатига тўғри пропорционал ва диэлектрик сингдирувчанликларни нисбатига тескари пропорционал.

+атор холларда буюмни шакли ёки материални таркиби сабабли ишчи конденсаторни қатламлари билан жипс контакт яратиш иложи бўлмайди (масалан, қуйма стерженлар, мураккаб шаклли ёғоч буюмлар, ўралган пряжа, пресс-порошок). Шунинг учун, конденсаторни қатламларини орасида ҳаво бўшлиқ пайдо бўлади. Ҳаволи бўшлиқни мавжудлиги (расм 54, г) ишчи конденсаторни кучланишини янгидан тақсимланишига олиб келади. Ҳаволи бўшлиқни диэлектрик сингдирувчанлиги  $\epsilon_{\text{в}} = 1$ -лигини ҳисобга олсак,  $U_{\text{в}}/U_{\text{м}} = \epsilon_{\text{м}}$  ва материал қатламидаги кучланиш  $U_{\text{м}}$  ишчи конденсаторни қатламларини орасидаги кучланиш  $U$ -дан кичик, шунинг учун:

$$U_{\text{м}} = U/(1 + \epsilon_{\text{м}}), \quad (47)$$

бунда  $\epsilon_{\text{м}}$ -материални диэлектрик сингдирувчанлиги. Материал қатламидаги кучланишни пасайиши солиш-тирма кувватни камайишига олиб келади. Сарфлар факторини частотага қаттиқ боғлиқлигини ҳам кўра-тиш керак. Ҳар бир диэлектрик учун сарфлар фактори энг катта бўладиган частота мавжуд.

*Диэлектрик қиздириши ускуналарини таснифлаш.*

Токни частотасига боғлиқ холда диэлектрик қиз-диришни қуйидаги қурилмаларини ажратилади.

Ўрта тўлқин диапазондаги қурилмалар ( $f = 0,3 \div 3$  МГц), уларни **ФИК**-и 0,5-0,6. Сарфлар фактори катта, юқори намликли ва

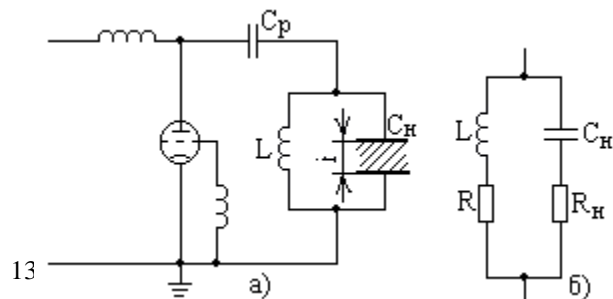
нисбатан катта массага эга бўлган материаллар учун қўлланади. Бундай матери-алларни қизиш вақти бир неча соат, солиштира кувват - бир куб см-га ваттни қисмлари, кучланиш эса-15 кВ-гача.

қисқа тўлқин диапазондаги қурилмалар ( $f = 3 \div 30$  МГц), уларни **ФИК**-и 0,55-0,4. Ўрта тўлқин диапазондаги қурилмалардаги қараганда сарфлар фактори кичикроқ, ишчи конденсаторни қатламлари орасидаги материални массаси ҳам кичикроқ (ўнлар куб дециметр) материалларни қиздириш учун қўлланади. Аммо, қисқа диапазондаги қўрилмаларда қиздириш тезлиги юқорироқ, солиштира кувват эса бир куб см-га ўнлар ваттни ташкил қилади. Бунда қиздиришни конвейер усули қўлланилиши мумкин.

Ультрақисқа диапазондаги қурилмалар ( $f = 30 \div 300$  МГц), уларни **ФИК**-и 0,4-0,3. Улар сарфи оз ма-териалларни қиздириш учун ишлатилади. қиздириш тезликлари солиштира кувват бир куб см-га киловатларлигида бир неча секунддир.

Материалга термоишлов бериш жараёнида, унинг сарфлар фактори ўзгаради, шунинг учун иш конденсаторини сиғими ўзгаради ва демак, тебраниш контурини иш режими ва генераторни частотаси ўзгаради. Контурни қаршилигини стабиллигини таъминлаш учун махсус келиштириш схемалари қўлланилади.

*Юқори частотали генераторни схемасини мисоли.* Расм 55-да диэлектрик қиздириш учун ишла-тиладиган юқори частотали генераторни схема-ларидан бири келтирилган, у асосан металл буюм-ларни индукцион қиздирадиган лампали ёки транзисторли генераторларни элементларидан ташкил топган. Фарқи шундаки, юк бу ерда ишчи конденсатор, унинг қатламларини орасига қиздириладиган материал



Расм 55. Диэлектрик қиздириш учун (а) юқори частотали генераторни принципиал электр схемаси ва



юк контурини ўриндош схемаси (б):  $L_p$ -ажратувчи дроссел;  $C_p$ -ажратувчи конденсатор;  $L$ -алоқа ғалтаги;  $C_n$ -ишчи конденсатор. қўйилади. Генераторни тебраниш контурини частотасини (Гц) ифодаси:

$$f \approx 1/2\pi \sqrt{LC_n} \quad (48)$$

Расм 55-да келтирилган схема бир контурли дейилади. Бир контурли схемалар, одатда, частотаси 1 МГц-гача бўлган тебранишларни ҳосил қилиш учун ишлатилади. Юқорироқ частоталар олиш учун автогенераторларни кўп контурли схемалари ишлатилади, улар кенг чегараларда тебраниш контурини эквивалент қаршилигини ростлашга - юкни келиштиришга имкон берадилар. Ишчи конденсатор одатда генераторга коаксиал кабель ёрдамида уланади.

*Юқори частотали диэлектрик қиздиришни қўллаш сохалари.* Юқори частотали диэлектрик қиздиришни қўллаш сохалари ва усулини имкониятлари жуда кенг. Диэлектрик қиздиришни юқори частотали қурилмалари қўйма стерженлар ва шаклловчиларни, ёғоч толали массаларни, жунни, қоғозни ва бошқа материалларни қуритиш учун, ёғоч ва пластмасса буюмларни, қобикловчиларни, фанерани, картонни ёпиштириш учун ва ҳоказо ишлатилади.

Озиқ-овқат саноатида бу қурилмалар махсулотларни юқори сифатли ва тез қуритиш учун, балиқни, гўштни, сабзавотларни, меваларни ва бошқаларни муздан тушириш учун ишлатилади. Технологик жараён учун керак вақт кўп эмас (одатдаги ишлов бериш усулларидаги вақтга қараганда). +издиришни бир текислиги таъминланади ва махсулотни сирти бузилмайди. +урилмалар ҳар хил озиқ-овқат махсулотларини стериллаштириш, пастерлаш, консервалаш ва дезинсекциялаш учун ишлатилиши мумкин. Озиқ-овқатлар ўзларини табиий таъм сифатларини ва витаминларини сақлайдилар. Масалан, бир неча минут мобайнида юқори частотали тоқлар майдонида пиширилган нон ранги тиниқ, текис ва юмшоқ холда пишган ва ёқимли ҳидга эга бўлади. Овқатни пишириш ва иситиш учун юқори частотали печ ишлаб чиқилган. Тайёрлаш тезлиги ми-

нутлардан иборат, печ қизиган сиртларга эга эмас, бу эса ишловчиларни иш шароитларини анча энгиллаштиради.

Юқори частотали қиздириш қурилмалари термо пластмассаларни ва бошқа материалларни пайвандлаш учун (пластмассалардан деталлар тайёрлашда, пласт-массадан ўровчилар тайёрлашда, труба ишлаб чиқишда, каучукни вулканизациялашда ва бошқаларда) маши-насосликда, фармацевтик, полиграф, тикувчилик, энгил ва саноатни бошқа сохаларида ишлатилади.

Юқори частотали қиздириш усулини яққол афзалликлари (асосий материалларни тежалиши, бу-юмларни сифати яхшиланиши, унумдорликни ва фойдаланиш муддатини ошиши, махсулотни таннархини пасайиши, меҳнат шароити яхшиланиши, ишларни автоматлаштириш ва механизациялаш ва бошқалар) билан бирга камчилик ҳам мавжуд: қурилманинг **ФИК**-и пастлиги, демак энергияни сарфини катталиги. Бу усулни қўлланилишини фойдалилиги аниқ техник-иқтисодий ҳисоб-китоблар натижасида топилади. Қурилмани ишини тежамкорлигини кўтариш учун, биринчи навбатда, лампали генераторни **ФИК**-ини кўпайтириш керак, чунки у қурилмани **ФИК**-ини белгилайди. Лампали генераторни **ФИК**-и частотага боғлиқлиги учун частота танлашда пастроқ частота ишлатиш мумкинлигини кўриб чиқиш керак. Сарфланадиган энергияни нархини камайтиришни иккинчи йўли-қиздиришни оддий усулларини (энергияни нархи паст) юқори частотали билан комбинациялашдир.

Лампали генераторлар юқори кучланишда (5-15 кВ) ишлайдилар, шунинг учун уларни қўллашда доимий назорат зарур ва хавфсизлик техникасига эътибор кучли бўлиши керак. Бунинг учун: блокларни ҳамма қобиклари ишончли заминланиши керак; ҳамма эшиклар блокировкаланиши керак ва тўсиқлар бўлиши зарур; совутиш суви келмай қолса, қисқа туташувларда, ўта юкланишда, ўта кучланишларда ва бошқаларда қурилмани ўчирадиган релели ҳимоя бўлиши шарт; қурилмани экранланиши ва радио халақитларни босиш усун юқори частотали тебранишларни филтрлаш ҳам зарур ва хоказо.



## Назорат саволлари:

Диэлектрик қиздириш принципи нимадан иборат?

Диэлектрикларни  $D_{++}$ -ларда қиздириш моҳиятини қандай тушунаси?

Диэлектрик йўқолиш қуввати қандай катталикларга боғлиқ?

$D_{++}$ -нинг қуввати, ишчи частотаси ва ишчи конденсатор сиғими қандай аниқланади?

$D_{++}$ -лар қандай электр манбааларига уланади?

Диэлектрик қиздириш қурилмасини иш принципини тушунтиринг.

+издириладиган материални конденсатор пластиналари орасига жойлаштириш вариантларини санаб утинг.

Диэлектрик қиздиришда ажрайдиган қувват ифодаларини келтиринг.

Диэлектрик қиздиришда ишлов кучланишини қандай танланади?

Биринчи кўриниш  $D_{++}$ -ларнинг хусусиятларини айтинг.

Иккинчи кўриниш  $D_{++}$ -лари қандай маҳсулотларга иссиқлик ишлови беради?

Учинчи кўриниш  $D_{++}$ -лари қандай маҳсулотларга иссиқлик ишлови беради?

Конденсатор пластиналари орасидаги ҳаво бўшлиғи кучланишни тақсимланишига қандай таъсир қилади?

$D_{++}$ -лар қандай частотадаги иссиқлик ишлови бериш қурилмалари тоифасига киради?

Диэлектрик йўқолиш қуввати деганда нимани тушунаси?

Иссиқлик ишлови бериладиган маҳсулот  $D_{++}$ -нинг қайси қисмига ўрнатилади?

Ток частотасига қараб диэлектрик қиздириш қурилмаларини таснифланг.

Диэлектрик қиздиришга ишлайдиган юқори частотали генераторни ва уни тебранувчи контурини хусусиятларини тушунтиринг.

Юқори частотали диэлектрик қиздириш қурилмалари қандай технологик жараёнлар учун ишлатилади:

- озик-овқат саноатида;
- пластмассаларни пайвандлашда;
- машинасозликда;
- фармацевтика, кимё, полиграфия, тикувчилик,  
енгил саноат ва бошқаларда.

Юқори частотали қиздиришни афзалликларини санаб утинг.

Юқори частотали қиздиришни камчиликларини санаб утинг.

Юқори вольтли қурилмаларда ишлаш учун қандай техник хавфсизлик тадбирларини бажариш керак.

## Мавзу: Электротехнологиядаги янги йўналишлар

### Маъруза 29-30.

Лазер нури билан ишлов бериш. Плазма билан ишлов бериш.

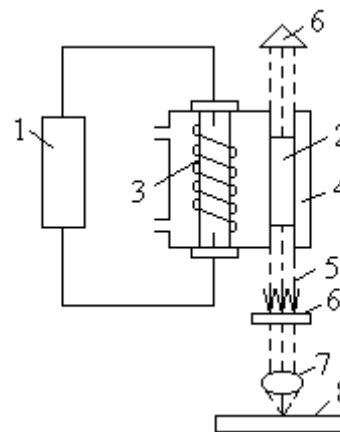
Прогрессив технологиялар қаторига материал ва буюмларга ёруғлик-нурли ва плазмали ишлов бериш киради.

*Лазер нури билан ишлов бериш.* Жуда катта қувватга эга лазер томонидан генерацияланадиган когерент нур модда билан ўзаро таъсир натижасида интенсив иссиқлик таъсирини кўрсатишга қодир. Нурни фокусланадиган нуқтасида моддани деярли бир онда эриши ва парланиши содир бўлиши мумкин, бу технологик мақсадлар учун ишлатилади: ҳар қандай қаттиқлик ва қовушқоқликга эга листли материалда кўп сонли тешиқлар ва тешиқчалар ҳосил қилиш, буюмларни бичишда материалларни кесиш ва ҳоказо. *Ёруғ нурли (лазерли)* ишлов беришни қўлланилиши кўп ҳолларда унумдорликни кўп марта оширади, технологик жараёнларни тўла автоматлаштиришга имкон беради, меҳнат шароитларини яхшилайдди.

Когерент нурлар оптик актив муҳитларда яратилдилар, муҳит атомлари осон қўзғатилади ва юқорироқ энергетик сатҳга ўтишади, кейин эса ўз-ўзларидан паст сатҳга қайтишади ва бунда олдин олинган энергияни конкрет материалга хос маълум тўлқин узунлигидаги нурланиш сифатида тарқатишади. Когерент ёруғлик оқими ҳосил бўлишдаги жараёнлар кечаётган муҳитга боғлиқ ҳолда қаттиқ жисмли, газли ва суюқли лазерлар мавжуд.

Ҳаттиқ жисмли лазерларда актив муҳит сифатида рубин (0,5% 3 валентли хром қушилган алюминий оксиди), неодим (5%-гача) қўшилган шиша, неодим қўшилган алюмоиттрийли гранат ва бошқалар, газли лазерларда-азот ёки карбонат ангидрид гази ишлатилади.

56-расмда рубин кристаллидаги лазерни тузилиши схемаси келтирилган. Рубинли стержен 2 ички сирти кўзгули полировка-ланган эллиптик қайтарувчи 4 ичига жойлаштирилган.



Расм 56. Рубин кристаллида тайерланган лазерни тузилиши.

Эллипсни фокал ўқида стерженга параллел импульсли ксенон лампа 3 (дамлаш лампаси) жойлашган, у импульсли энергия манбаси 1-га уланган. Энергия манбаси

сиғимли йиғувчи билан бирга давомийлиги миллисекундани қисмлардан ўнларигача бўлган ва амплитудаси  $10^5$  Агача бўлган токни электр импульсларини шакллайди, улар разряд блоки орқали дамлаш лампасига берилади. Лампани ёндирилиши конденсатор занжиридаги автоматик калитдан амалга оширилади. Рубинда ҳосил бўлаётган нурлар 5 кўзгули линза 6-лардан қайтадилар ва натижада фокусловчи линзалар 7 тизимидан ўтиб ишлов олаётган буюм 8-га чиқади. Оптик линзалар 7 ёрдамида лазер нурларини битта нуқтага ёки чизиқга фокуслаш мумкин. Биринчи холда заготовкаида юмалоқ тешиклар ҳосил бўлади, иккинчи холда-чизиқли тешиклар. Лазерни нурланиш импульсини давомийлиги 0,2-5 мс, частотаси 1-10 Гц. Бундай режим импульсда катта бўлмаган ўрта қувватда энергияни юқори концентрациясини (бир неча 10 кВт) олишга имкон беради.

Лазерни ўрта чиқиш қуввати асосан актив элементларни (айниқса рубинни) қиздирилишга юқори сезгирлиги билан чегараланган. Чиқиш қувватни кў-пайтириш учун сув билан совутиш ишлатилади.

+аттиқ жисмли лазерлар кичик энергия сиғимли технологик жараёнларда қўлланилади: юпқа матери-алларни нуқтали пайвандлаш, кимё ва энгил саноатда юпқа плёнкаларга ишлов

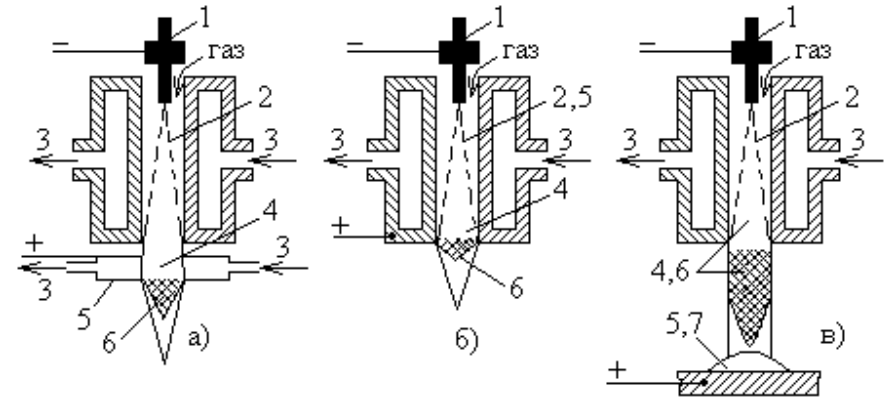
бериш. Энергосиғимли жараёнларни, масалан, қалин диэлектрик материаллар ва матоларни кесиш, чокли пайвандлаш ва бошқаларни амалга ошириш учун азотдаги ёки карбонат ангидриддаги қувватлироқ газли лазерлар қўлланилади. Газ қизимаслиги учун уни узлуксиз ҳайдалади ва совутилади. Карбонат ангидриддаги лазерлар бошқаларга қараганда юқори ФИК-га эга, аммо уларни нур-ланиши инфрақизил диапазондалиги (10,6 мкм) камчи-лигидир. Кўп материаллар инфрақизил нурланишни кучсиз ютадилар.

Ютилишни кўпайтириш учун уларни графит ёки фосфатлар асосидаги ютишни юқори коэффициентига эга сувоқ билан қопланади.

*Плазмали ишлов* деб технологик мақсадлар учун маълум тартибда қувватли (плазма) шаклланган ион-лаштирилган газ оқими ишлатиладиган операциялар гуруҳига айтилади. Оқим ишлов олаётган материал билан тўқнашган жойда юқори ҳароратлар ҳосил қилади (бир неча мингдан ўнлаб минг градусларгача). Плазма шаклландиган жиҳозлар плазмотронлар номини олишган. Плазмотронда электр ёйи (кучли электр за-ряди) газ муҳит билан ўзаро таъсирда юқори ҳароратли плазмани ҳосил қилади. Иш принципига қараб плазмотронлар икки асосий турга бўлинади: ёйини ўтказадиган (билвосита таъсир этувчи ёйли) (расм 57, а, б) ва ёйни ўтказмайдиган (бевосита таъсир этувчи ёйли) (расм 57, в). Биринчи турдаги плазмотронда ёй 4 қийин эрувчи материал (вольфрам, графит)-дан тайёрланган электрод 1 ва сув 3 билан совутилятган сопло 2 ёки электрод 5 орасида ёнади, электрод 5 ҳам соплодир,



аммо каналдан ажратилган ёйдан ўтаётган газ ионла-



Расм 57. Плазмотронларни тузилиши.

шади ва соплодан плазмани оқими (машъала) шаклида чиқади. Иккинчи турдаги плазмотронда ёй 4 воль-фрамли электрод 1 ва ишлов берилаётган буюм 7 орасида ёнади. Плазмани оқими бу холда ёйни устуни билан тўғри келади. Плазмотронни турғун ишлаши ва соплони иш муддатини ошириш учун электр ёйни газни қўшимча оқими билан ихчамлаштирилади (уйдирмали стабиллаштириш) ёки бошқа усулларни ишлатилади.

Ишчи газлар сифатида аргон, гелий, азот, уларни аралашмалари ва ҳаво ишлатилади. Плазмани қуввати ва ёйни кучланишини канал 2-дан электрод 1-ни тушириш ёки қўтариш билан ростланади.

Кесишни одатдаги усулларига дош берадиган (кислородли, ёйли ёки газ флюсли) материалларни кесиш учун плазма энг кенг қўлланилади: зангла-майдиган пўлат, алюминий, мис, керамика, ҳамда металлларни, нометалл буюмларни ва уларни бир-бирлари билан пайвандлаш учун. Бундан ташқари плазмотронлар ва плазмали қиздириш қурилмалари юқори энтальпли технологик жараёнларда қўлланилади. Улар кенг миқёсда термодинамик режимларни ростлашга имкон берадилар.

Плазмали технологик қурилмалар юқори унум-дорлик, кичик ўлчамлар билан фарқланиб туради ва саноатни кимёвий

металлургик сохаларида кўп технологик жараёнларни амалга оширишга имкон беради.

### Назорат саволлари:

Лазер нури нима?

Нур фокусланган нуқтада модда билан нима бўлади ва бу қандай мақсадларда ишлатилиши мумкин?

Когерент нурларни ҳосил қилиш принципини тушунтиринг.  
+аттиқ жисмли, газли ва суюқ лазерларга баҳо беринг.

Рубин кристаллида тайёрланган лазерни тузилишини ва иш принципини тушунтиринг.

Лазерлар қандай операциялар бажариш учун ишлатилади.

Плазма нима?

Плазматронларни иш принципини ва турларини тушунтиринг.

Плазма оқими қандай иш бажариш учун ишлатилади.

## Асосий адабиётлар

Болотов А.П., Шепель Г.А. Электротехнологические установки.- М.: Вўсшая школа, 1988.-113-123 бетлар.

Евтюкова И.П. и др. Электротехнологические промышленные установки.-М.: Энергоиздат, 1982.- бетлар.

Попилов Д.Я. Электрофизическая и электрохимическая обработка материалов.-М.: Машиностроение, 1982.-400 с.

Фомичев Е.П. Электротехнологические промышленные установки.-Киев: Вихрь школа, 1979.-334 с.

Электротехнологические промышленные установки. Под.ред. А.Д. Свенчанского.-М.: Энергоиздат, 1982.-40 с.

Ястребов П.П. Эксплуатация электрооборудования зерноперерабатывающих и хлебоприемных предприятий.-М.: Колосов, 1979.-320 с.

Донской А.В., Келлер О.Г., Кратыш Г.С. Ультразвуковые электротехнологические установки.-Л.: Энергоиздат, 1982.

Лившиц А.Л., Отто М.А. Импульсная электротехника.-Л.: Энергоиздат, 1983.

П.П.Ястребов, И.П.Смирнов. Электрооборудование. Электротехнология.-М.: Вўсшая школа, 1987.

М.М. Матбобоев. Электротехнологик қурилмалар.- Фарғона, Фар.ПИ, 1999 й.

### +ўшимча адабиётлар

Иванов А.А. Электрооборудование пищевых предприятий.-Киев: Техника, 1969.-386 с.

Басов А.М. и др. Электротехнология.-М.: Агропромиздат, 1985.

Справочная книга по светотехнике под.ред. Ю.Б.Айзенберга.- М.: Энергоиздат, 1983.

## Таянч сўз ва иборалар

1. Электротехнология
2. Электротехнологик қурилмалар
3. Электротехнологик усуллар
4. Токни кимёвий таъсири
5. Токни иссиқлик таъсири
6. Токни магнит таъсири
7. Электролиз
8. Сувни электролизи
9. Электр ёйи
10. Электр осмос
11. Электродренаж
12. Галванопластика
13. Галваностегия
14. Электротермия
15. Электр кимё
16. Электр пайвандлаш
17. Электр металлургияси
18. Инфрақизил нурлар
19. Ультрабинафша нурлар
20. Рентген нурлар
21.  $\alpha$ -нурлар
22. Лазер нури
23. Электрон нури
24. Плазма
25. Электрон-ион технологияси
26. Электро сепараторлаш
27. Электро фильтрлаш
28. Электро форец
29. Контактли электрлаш
30. Ионли контактсиз электрлаш
31. Электростатик индукция
32. Электростатик сепараторлаш
33. Тож разряд
34. Трубкали электр фильтр

35. Пластинкали электр филътр
36. Газ тозалаш - абсорбия
37. Газ тозалаш - адсорбция
38. Газ тозалаш - бирикмаларини қаттиқ ёки суюқ холатига ўтқазииш
39. Катодсорбция эффектлар
40. Газ тозаловчи электрофорез қурилмаси
41. Суспензия
42. Коллоид эритма
43. Электро осмос қурилмаси
44. Каолин тозаловчи осмос машина
45. Каучук чўктирувчи аппарат
46. Металл буюмларни электр майдонда бўйаш
47. Магнит ишлов бериш
48. Магнит импульс ишлов бериш
49. Электромагнит сепаратор
50. Сувга магнит ишлов бериш қурилмаси
51. Магнит ишлов бериш импульс қурилмаси
52. Электро термик қурилма
53. Ҳаршилик билан қиздириш
54. Электр ёй қиздириш
55. Индукцион қиздириш
56. Диэлектрик қиздириш
57. Комбинацияланган қиздириш
58. Бевосита қиздириш қурилмалари
59. Электро плазмолиз
60. Шиша пишириш печи
61. Билвосита қиздириш қурилмалари
62. Камерали печ
63. Шахтали печ
64. Печ ишини бошқариш
65. Электр қиздирув элементлари
66. Электр пайванд қурилмалари
67. Пайванд трансформаторлари
68. Контактли пайвандлаш
69. Нуқтали пайвандлаш

70. Чокли пайвандлаш
71. Индукцион қиздириш
72. Диэлектрик қиздириш қурилмалари
73. Инфрақизил нур қурилмалари
74. Ультрабинафша нур қурилмалари
75. Электр учқун ишлов бериш
76. Материалларга ишлов бериш электр кимё усуллари
77. Ультратовуш қурилмалари
78. Ультратовуш билан пайвандлаш
79. Ультратовуш билан тозалаш
80. Электр кимё силлиқлаш
81. Ёй разряди.
82. Ёйнинг катодолди ва анодолди бўлаклари.
83. Электр ёйнинг устуни.
84. Ёйнинг вольт-ампер характеристикаси.
85. Ёйнинг ионизациялаш потенциали.
86. Ёйнинг катод ва анод доғи.
87. Ўзгармас ток электр ёйи.
88. Ўзгарувчан ток электр ёйи.
89. Ёйнинг ёниш зонаси.
90. Ёйнинг батамом ўчиш запаси.
91. Ёй токини чеклаш зонаси
92. Ёйнинг барқарор ёниш нуқтаси
93. Ёйнинг барқарор ёнишини ёй узунлигини ўзгартириш
94. Актив қаршиликни ўзгартириш ва манбаа кучланишини ўзгартириш орқали бошқариш
95. Балласт қаршилик
96. Ўзгарувчан ток электр ёйининг хусусиятлари
97. Ўзгарувчан ток электр ёйи занжирида индуктивлик
98. Ёйнинг барқарор ёнишига таъсир қилувчи бошқа факторлар
99. Билвосита ишловчи ЭЁП-лар
100. Бевосита ишловчи ЭЁП-лар
101. +аршилик ЭЁП-лари
102. Вакуум ёй печлари

103. Плазмали печлар ва плазмали-ёй эритиш қурил-малари
104. ЭЁП-ларнинг электр таъминоти бош занжири ва унинг схемаси
105. ЭЁП-ларнинг электродлари
106. +исқа тармоқ эксплуатцион қисқа туташув
107. ПЭЁП-ларининг энергетик характеристикалари
108. ПЭЁП-ларининг ишчи (технологик) характери-стика-лари
109. ПЭЁП-ларининг минимум электр энергияси сарф қилиш оптимал режими
110. ПЭЁП-ларининг максимал ишлаб чиқарувчанлик оптимал режими
111. ПЭЁП-ларининг иш режими
112. ЭЁП-ларнинг фойдали қуввати
113. ЭЁП-ларнинг тўла қуввати
114. ЭЁП-ларнинг қувват коэффиценти
115. ЭЁП-ларнинг ишлаб чиқарувчанлиги
116. Печни ишчи камераси
117. Печни шток-электроди ва ушлагичи
118. Печни сарфланувчи электродлари
119. Кристаллизатор
120. Поддон
121. Соленоид
122. ВЁП-ларнинг белгиланиши
123. ВЁП-ларнинг электр жиҳозлари ва уланиш схема-си ВЁП-ларнинг электр манбаалари.



## Мундарижа

<b>Мавзу: Кириш. Электротехнологик жараёнларни қўллаш сохалари.....</b>	<b>3</b>
<b>Маъруза 1.....</b>	<b>3</b>
<b>Мавзу: Электростатик қурилмалар.....</b>	<b>8</b>
<b>Маъруза 2.....</b>	<b>8</b>
<b>Маъруза 3.....</b>	<b>14</b>
<b>Маъруза 4.....</b>	<b>20</b>
<b>Мавзу: Магнит ва магнитли импульслар билан ишлов бериш қурилмалари .....</b>	<b>27</b>
<b>Маъруза 5.....</b>	<b>27</b>
<b>Маъруза 6.....</b>	<b>31</b>
<b>Мавзу: Инфрақизил ва ультрабинафша нурланиш қурилмалари .....</b>	<b>36</b>
<b>Маъруза 7.....</b>	<b>36</b>
<b>Мавзу: Ток ўтказувчи материалларга электр учқунлар билан ишлов бериш .....</b>	<b>40</b>
<b>Маъруза 8.....</b>	<b>40</b>
<b>Мавзу: Материалларга ишлов беришни электр киме усуллари .....</b>	<b>45</b>
<b>Маъруза 9-10. ....</b>	<b>45</b>
<b>Маъруза 11.....</b>	<b>51</b>
<b>Мавзу: Ультратовуш қурилмалари .....</b>	<b>56</b>
<b>Маъруза 12-13. ....</b>	<b>56</b>
<b>Мавзу: Тўғридан тўғри қиздирувчи электротермик қурилмалар .....</b>	<b>64</b>
<b>Маъруза 14.....</b>	<b>64</b>
<b>Мавзу: +аршиликда билвосита қиздирилувчи электр печлар.....</b>	<b>71</b>
<b>Маъруза 15-16. ....</b>	<b>71</b>
<b>Маъруза 17.....</b>	<b>79</b>
<b>Мавзу: Электр ёйи ва ёй печлари.....</b>	<b>85</b>
<b>Маъруза 18.....</b>	<b>85</b>
<b>Маъруза 19.....</b>	<b>89</b>
<b>Маъруза 20.....</b>	<b>93</b>

Маъруза 21. ....	98
Маъруза 22. ....	104
Мавзу: Электр пайванд қурилмалари.....	112
Маъруза 23-24. ....	112
Мавзу: Индукцион қиздириш қурилмалари.....	121
Маъруза 25-26. ....	121
Мавзу: Юқори частотали диэлектрик қиздиришни қурилмалари.....	133
Маъруза 27-28. ....	133
Мавзу: Электротехнологиядаги янги йўналишлар .....	142
Маъруза 29-30. ....	142
Асосий адабиётлар.....	148
Таянч сўз ва иборалар .....	149

**Электротехнология фанидан якуний назорат  
учун билетлар вариантлари**

№	1	2	3	4	5	6
1	1	17	25	41	49	73
2	2	18	26	42	50	74
3	3	19	27	43	51	75
4	4	20	28	44	52	76
5	5	21	29	45	53	77
6	6	22	30	46	54	78
7	7	23	31	47	55	79
8	8	24	32	48	56	80
9	1	9	25	33	49	57
10	2	10	26	34	50	58
11	3	11	27	35	51	59
12	4	12	28	36	52	60
13	5	13	29	37	53	61
14	6	14	30	38	54	62
15	7	15	31	39	55	63
16	8	16	32	40	56	64
17	9	17	33	41	57	65
18	10	18	34	42	58	66
19	4	19	35	43	59	67
20	12	20	36	44	60	68
21	13	21	37	45	61	69
22	14	22	38	46	62	70
23	15	23	39	47	63	71
24	16	24	40	48	64	72

**МУАММО:** 1. Электротехнология фан сифатида нимани ўргатади ва ишлаб чиқаришда тутган ўрни нимадан иборат?

**МУАММО:** Электротермия тушунчаси ишлаб чиқаришда қандай технологик жараёнлар ўрнини эгаллаган?

**МУАММО:** Ўтказгичларнинг электр қаршилиги ва ўтказгич харорати ўртасида қандай боғлиқлик мавжуд? +издиришнинг электр қаршилик усулининг асил моҳияти нимада?

**МУАММО:** Даврий қиздириш ва узлуксиз қиздириш жараёнлари, бевосита ва билвосита қиздириш қурилмаларининг қандай тасаввур қиласиз?

*ДЕМАК даврий ва узлуксиз қиздириш жараёнлари иш режимида кўра печларни гуруҳларга бирлаштира, бевосита ва билвосита қиздириш қурилмалари электр энергиясини иссиқлик энергиясига айлантириш усулига кўра печларни гуруҳларга бирлаштиради.*

**МУАММО:** Электр майдон энергияси иссиқлик энергиясига қандай тартибда ўзгаради? Индукцион қиздириш усулини физик моҳиятини тушунтиринг.

*ДИ++АТ! Мавзунини ўрганишда электромагнит индукцияси қонунини яна бир бор эслаб ўтиш мақсадга мувофиқдир.*

**МУАММО:** Индукцион канал печларининг ва тигель печларининг ишлаш принциплари нимага асосланган? Металларнинг магнит қоришуви деганда нимани тушунасиз?

**МУАММО:** Индукцион канал печларининг электр схемаси қандай асосий хусусиятларга эга ва уларнинг таркиби қандай асосий жиҳозларни ўз ичига олади?

**МУАММО:** Индукцион канал печларининг ва тигель печларининг ишлаш принциплари нимага асосланган? Металларнинг магнит қоришуви деганда нимани тушунасиз?

*ДИ++АТ! Мавзуда келтирилган электр схема ва унинг тузилишини ёритувчи матнни ўзаро солиштирган холда диққат билан қайтаринг ва ўзлаштиринг!*

**МУАММО:** Индукцион тигел печлари электр манбааларининг асосий хусусиятлари нимада ва индукцион канал печларининг электр манбааларидан қандай принципиал фарк қилади?

*ИКП-лар фақат ток частотаси 50 Гц бўлган электр манбаасига уланса, ИТП-лар саноат частотасидаги, баланд ва юқори частотадаги электр манбаасига уланишига алоҳида ЭЪТИБОР БЕРИНГ!*

**МУАММО:** Индукцион усулда юза ва тўлиқ қиздириш жараёнларини қандай тушунасиз? Ушбу усулларда ишлов беришнинг қандай жараёнларини биласиз?

**МУАММОЛИ ВАЗИЯТ:** Ток ўтказиш хусусиятига эга бўлмаган диэлектрик материални электр энергиясидан фойдаланган холда, шунинг билан бирга диэлектрикда ток хосил қилиш орқали иссиқлик ишлови бериш талаб қилинмоқда. Диэлектрик қиздириш усулини қўллаган холда буни қандай амалга оширилади?

*ДЕМАК, диэлектрикларда электр энергиясининг иссиқлик энергиясига айланиши диэлектриклар поляризацияси (қутбланиши) ва тез ўзгарувчан электр майдонида киритилган диэлектрикларда диэлектрик йўқолиши натижасида ҳосил бўлаётган силжиш ва ўтказувчанлик тоқлари ҳисобига амалга ошишига алоҳида ЭЪТИБОР БЕРАМИЗ!*

**МУАММО:** +андай физик жараённи электр ёй разряди дейиш мумкин? Электр ёйининг барқарор ёниши нима учун талаб қилинади ва ёйнинг барқарор ёниши қандай таъминланади?

**МУАММОЛИ ВАЗИЯТ:** Электр ёйининг узунлиги ортди, бунда ёйнинг волрт-ампер характеристикасида қандай ўзгариш рўй беради? Амалдачи, бунда ёйнинг барқарор ёниш нуқтаси қандай ўзгаради?

*ТЎХТАНГ! Электр ёйининг узунлигини ортиши, ёй занжиридаги актив қаршилиқни ўзгартириш ҳолатлари учун ёйнинг вольт-ампер характеристикасини қуринг ва тегишли хулосалар чиқаринг.*

**МУАММО:** Электр ёй печларида асосан қандай технологик жараёнлар амалга оширилади? Айтайлик, жисми маълум ҳароратгача қиздириш, тоблаш, юзаларни қуриштириш жараёнларида ҳам электр ёй печларини қўллаш мумкинми?

*ДИ++АТ! Бевосита ва билвосита ишловчи ЭЁП-ларнинг белгиланишига алоҳида ЭЪТИБОР БЕРИНГ ва бундай печларда қандай технологик жараёнлар амалга оширилишини ўзлаштиринг!*

**МУАММО:** Пўлат эритиш ёй печлари қандай ишчи режимларда ишлаш учун мўлжалланган? Бундай печларнинг асосий характеристикалари деб қандай характеристикаларга айтилади? Печнинг қандай оптимал иш режимларини биласиз?

*ПЭЁП-ларнинг асосий характеристикалари уларнинг технологик (ишчи) ва электр характеристикалари эканлигига ЭЪТИБОР БЕРИНГ, ушбу характеристикаларнинг математик ифодаларини ва график ифодаларини тўлиқ ўзлаштиринг ҳамда ушбу характеристикаларга кўра печнинг оптимал иш режимларини аниқлашни ЎЗЛАШТИРИНГ!*

**МУАММО:** Рудотермик печларнинг пўлат эритиш ёй печларидан принципиал фарқи нимада? Бундай печларнинг асосий хусусиятларини тушунтиринг?

**МУАММО:** Вакуум ёй печларини рангли металлар, чўян ва пўлат эритиш учун қўллаш мумкинми? Бундай печлар қандай технологик жараёнларни амалга ошириш учун қўлланилади? Улар қандай электр манбааларига эга?

*ДИ++АТ! ВЁП-ларнинг қандай технологик жараёнларни амалга ошириш учун белгиланганликларини яна бир бор ЭЪТИБОР БИЛАН +АЙТАРИНГ!*

**МУАММО:** Электр пайвандлашнинг қандай турлари мавжуд? Эритиб пайвандлаш қурилмаларининг ўрни қандай ва қандай афзалликларга эга?

*ДИ++АТ! Пайвандлаш жараёнининг ривожини, электр пайвандлаш жараёнларини турларга бўлиш тартибидан келиб чиққан ҳолда эритиб пайвандлаш жараёнининг аҳамиятини тўғрисида ХУЛОСА ЧИ+АРИНГ!*

**МУАММО:** Ўзгармас ток ва ўзгарувчан ток ёрдамида электр ёйи билан пайвандлашнинг асосий хусусиятлари нимада? Иккала усулни бир хил пайвандлаш қурилмаларида амалга ошириш мумкинми?

*ДИ++АТ! Талаб қилинган пайвандлаш сифатини таъминлаган холларда ўзгарувчан токда пайвандлаш ўзгармас ток агрегатларида пайвандлашга нисбатан қатор афзалликларга эгаллигини ЭСДА ТУТИНГ!*

**МУАММО:** Контактли (қаршилиқ усулида) пайвандлаш усулининг асосий хусусияти нимада? Бундай усулнинг қандай турларини биласиз?

**МУАММО:** Электрохимёвий ишлов бериш электр токининг қандай пировард таъсирида амалга ошади? Электродлар диссоциацияси, молизация, гидратация энергияси тушунчаларига изох беринг.

*ДИ++АТ! Электродлардан электр токи оқиб ўтиши натижасида уларда содир бўладиган жараёнларни ТЎЛИ+ЎЗЛАШТИРИНГ!*

**МУАММО:** Токка ва энергияга кўра модда чиқиши деганда нимани тушунасиз? Электродиз жараёнининг моҳиятини тушунтиринг.