

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА УРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

АНДИЖОН МАШИНАСОЗЛИК
ИСТИТУТИ

АВТОМАТИКА ВА ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
ФАКУЛЬТЕТИ

«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА
ВА
ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯЛАР»
КАФЕДРАСИ

“ ЭЛЕКТР ТЕХНОЛОГИК ҚУРИЛМАЛАР ВА ТИЗИМЛАР ”
фанидан
МАЪРУЗАЛАР КУРСИ



АНДИЖОН-2016 й

«ТАСДИҚЛАЙМАН»

Андижон машинасозлик институт ўқув -услугий
Кенгашида кўриб чиқилган ва
маъқулланган

Кенгаш раиси _____ Қ.Эрматов
«__» _____ 2016 й.

«МАЪҚУЛЛАНГАН»

«Автоматика ва электротехника» факультети илмий
кенгашида муҳокама қилинган ва маъқулланган

Кенгаш раиси _____ Р. Зулунов
«__» _____ 2016 й.

«ТАВСИЯ ЭТИЛГАН»

“ЭЭЭ” кафедраси мажлисида муҳокама қилинган ва
тавсия этилган

Кафедра мудири _____ Ш.Назиров
(Кафедра мажлисининг __ - сонли баённомаси
«__» _____ 2016й)

Такризчилар: «Умумтехника фанлари» кафедраси доценти Х. Собиров,
Андижон ҚХИ доценти Н.Саматов

Тузувчилар: катта ўқитувчи З.Режабов
ассистент И.Болтабоев

МУНДАРИЖА

№	Мавзулар	бет
1	Кириш.....	4
2	Электротермик жараёнлар ва қурилмалар.....	8
3	Электр ёй қиздириш қурилмалари.....	16
4	Электр ёй билан пайвандлаш қурилмалари.....	34
5	Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини электр термик усулда иситиш....	43
6	Материалларга электрохимёвий ишлов бериш қурилмалари.....	52
7	Электр механик жараёнлар ва қурилмалар.....	62
8	Оптик нурланишни электр манбаалари.....	62
9	Нурланиш асбоблари ва нурлантиргичлар.....	70
10	Адабиётлар.....	83

Кириш

Режа:

1. Электротехнологик қурилмалар ва тизимлар ҳақида маълумот.
2. Электротехнологик қурилмаларнинг тарихи ва яратилиши.

Таянч сўз ва иборалар

Технологик жараён, микропроцессор, ёрдамчи жиҳозлар, электротехнологик қурилмалар, плазмали ишлов, магнит майдон, электромагнит индукция, юқори частотали қурилмалар, Электр пайвандлаш ва электротехнологик жараёнларининг ривожланиш тарихи.

Талабаларга билим беришда замонавий таълим технологияларнинг ахамияти тугрисида суз борганда Президентимиз И.А. Каримов «Укув жараёнида янги ахборот ва педагогик технологияни кенг жорий этиш, болаларимизни комил инсонлар этиб тарбиялашда жонбозлик курсатадиган уқитувчи ва домлаларга эътиборимизни янада ошириш, таълим-тарбия тизимини сифат жихатидан бутунлай янги босқичга кутариш диққатимиз марказида булиши даркор» деган сузларини таъкидлашимиз уринлидир.

Электр энергиясини истеъмол қилиб, уни бошқа турдаги энергияга айлантириш орқали ва шу вақтнинг ўзида технологик жараёнларни амалга ошириш учун белгиланган қурилмалар **электротехнологик қурилмалар** деб аталади. Бундай қурилмалар мураккаб тузилишга эга бўлиб, уларнинг таркибига ишчи орган, яъни плазматрон, плазмали реактор, электрон тўп, ёй ва ион агрегатларининг электродлар тизими ва белгиланган иш режимини автоматик таъминловчи ёки микропроцессорли техника ёрдамида бошқарилувчан махсус энергия манбалари киради. Сув, газ таъминлаш ва вакуум ҳосил қилиш ҳамда уни сақлаш тизимлари эса электротехнологик қурилмалар таркибига ёрдамчи жиҳоз сифатида киради. Электротехнологик қурилма қандай технологик жараённи бажариш учун белгиланган эканлигини билмай, уни талаб доирасида монтаж қилиш, сошлаш ва ишлатиш мумкин эмас.

Инсониятнинг ишлаб чиқариш фаолияти ва уй рўзғор эҳтиёжлари электротехнологик қурилмалар билан тобора тўйиниб бормоқда. Бундай тўйиниш фақатгина мазкур қурилмаларга бўлган эҳтиёжнинг ўсиши билангина асосланиб қолмасдан, балки углеводородли ёқилғи тан нархининг Маълум даражада ошиши, ташқи муҳитни муҳофаза қилиш бўйича аниқ чоралар белгилаш зарурияти, чиқиндисиз технологиялар яратиш кабилар билан ҳам боғлиқдир. Электротехнологик жараёнларни ривожлантириш мамлакатимизнинг ривожланиб бораётган энергетик тизимини, янги электр станциялари ва юқори қувватли электр тармоқларини қуриш орқали амалга оширилади.

Электротехнологиянинг тобора такомиллашиб бориши юқори бикрликга эга бўлган, катта микдордаги иссиқликга бардош берувчи, кимёвий реакциянинг агрессив таъсирига турғун бўлган ва кичик иссиқлик ўтказувчанликга ҳамда юқори даражадаги изоляцион хусусиятга эга бўлиш каби янги хоссаларга эга бўлган янги материаллар ишлаб чиқиш имкониятини беради. Электротехнологик жараёнлар ёрдамида сифатли ўтказгич ва ярим ўтказгичлар учун материаллар, шунингдек эски технологиялар ёрдамида илгари олиб бўлмаган ва ишлаб чиқиш чиқиндиларидан ҳамда ишлатиб бўлмайдиган хомашёлардан турли материаллар ишлаб чиқиш йўлга қўйилган. Кўплаб саноат тармоқлари ва фанда эришилган ютуқлар электротехнологик жараёнлар ривожига кўра эришилмоқда.

Электротехнологик жараёнларни такомиллаштириб борилиши натижаларига кўра энг диққатга сазовор бўлган ютуқлар, айниқса микроэлектроника соҳасида кўзга ташланади. Радиотехник жиҳозлар, электрон ҳисоблаш машиналари ҳамда саноатдаги бошқарилувчан комплекслар таркибида юз минглаб, айрим ҳолларда эса ўнлаб миллион элементларни минглаб туташма билан бирлаштирувчи тизимлар мавжуд.

Агарда мазкур тизимлар бундан 40 - 50 йил муқаддам фойдаланилган эски технологиялар ёрдамида яратилганда эди, бунда юқоридаги қурилмалар массалари ўнлаб

тоннани, ҳажмлари ўнлаб куб метрни ва истеъмол қувватлари юзлаб киловаттни ташкил қилган бўлар эди.

Ҳозирги кунда “юзаларга плазмали ишлов” орқали юзаларга қоплама ёки қатлам беришини жорий этилиши ионли - нурли легирлаш, плазмали ишлов бериш, лазерли пайвандлаш, фотолитография каби ишлов бериш усулларида фойдаланиш, ҳамда электротехнологик қурилмалар ёрдамида олинган янги материалларни қўллаш оқибатида таркиб жиҳатидан янги бўлган микроэлектрон элементлар ва жиҳозлар яратилмоқда. Электрон микросхемаларни конструкциялаш ва тайёрлашнинг янги ва сифатли усуллари ишлаб чиқилди. Бунда биргина технологик жараённинг ўзида микронларда ўлчанувчан ҳажмдаги ярим ўтказувчанликка эга бўлган кристалл ёки диэлектрик юзада барча актив, пассив ва туташтирувчи элементлар ўзаро бирлаштирилиши амалга оширилади. Микросхема таркибига кирувчи элементлар (транзисторлар, диодлар, конденсаторлар, резисторлар ва бошқалар) ҳеч қандай ташқи туташмага эга бўлмаган ҳолда, механик кучлар ва ташқи муҳит таъсиридан сақловчи умумий герметик қопламага эга ва юзлаб микроэлементларни шундай тартибда ўзида мужассамлаштирган, ягона корпусга эга бўлган микросхемалар ўз навбатида комплекслар таркибига кирилади. Шу сабабли микрокалькулятор ва микротелевизорлар билан таъминланган мини - қўл соатлари, кичик габаритли рангли телевизорлар, катта эслаш қобилиятига эга ва юқори тезликда математик амалларни бажарувчи ЭХМлар биз учун оддий бир қурилмалар ва жиҳозлардай бўлиб қолди.

Саноатнинг самолётсозлик ва автомобилсозлик соҳаларида контактли пайвандлаш усулини жорий этилиши, йиғиш ишларини юқори даражада механизациялашга ва оқибатда транспорт воситаларини тезкор усулда тайёрлашга олиб келди.

Юқори сифатли металлларни олишда электрошлакли қайта эритиш жараёнининг тадбиқ этилиши муҳим аҳамият касб этган.

Электротехнологик жараёнлар, айниқса янги тавсия этилаётган электротехнологик жараёнлар жуда қисқа муддат ичида лабораториялар синовидан фанга, техниканинг турли йуналишларига, уй рўзғор ва ишлаб чиқаришга жорий этилмоқда. Бу айниқса электр энергиясиз амалга оширилувчан ёки электр энергиясидан фойдаланиш чексиз катта фойда келтирувчи жараёнларга тааллуқлидир. Физика ва электротехниканинг ривожланиши электр ёки магнит майдонида ишлов бераётган модда ёки материалларнинг шу майдонлар таъсиридаги хоссаларига асосланган технологик жараёнларни ишлаб чиқаришга тавсия этиш имконини бермоқда. Масалан, диэлектриклар поляризацияси, электромагнит индукцияси қонуниятлари асосида ҳозирги кунда таянч технологик жараёнлардан ҳисобланган, ғовак ва қуқун кўринишдаги ток ўтказмайдиган материалларни юқори частотали қурилмаларда қуришиш, индукцион усулда материалларни қиздириш ва эритиш каби технологик жараёнлар ишлаб чиқилган ва кенг қўламда қўлланилмоқда.

Маълумки, моддалар тўрт хил агрегат ҳолатда бўлишлари мумкин - қаттиқ, суюқ, газ ва плазма ҳолатларида.

Қаттиқ ҳолатдагилар, булар - ўтказгичлар, ярим ўтказгичлар ва диэлектриклар, металллар ва нometаллар (металл эмаслар), кристал ва аморф моддалар.

Суюқ ҳолатдагилар, булар - ўтказгичлар (металлар, тузлар, ишқорлар ва оксидлар эритмалари), диэлектриклар (минерал ва органик), махсус кўринишдагилар, булар - суюқ кристаллар.

Газ ҳолатдагилар, булар - мураккаб актив моддалар бўлиб улар оддий моддалар билан бириккан ҳолда кейинчалик конденсация усули билан ажралиб чиқадиган тайёр маҳсулот ҳисобланувчи бошқа бирикмалар ҳосил қилувчи системаларни ташкил қилади.

Плазма ҳолатидагилар, булар - ионлар даражасидаги транспорт жараёнлари ва алмашув реакцияларини таъминловчи электр ўтказувчан муҳитлар бўлиб, нурланиш энергия манбаи сифатида ва моддалар ҳамда аниқ маҳсулотларни қиздириш воситаси ҳисобланади.

Электр ва магнит майдонлари, майдон кучланганлиги катта диапазонда ўзгариши мумкин бўлган, доимий ёки вақт ва фазода тез ўзгарувчан кўринишларда бўлади.

Агрегат ҳолатининг ҳоҳлаган маълум бир турида бўлган модда ҳамда электр ёки магнит майдонлари ёрдамида жуда кўп кўринишдаги жараёнларни бажариш мумкин, масалан, моддалар (материаллар) ҳароратини, формасини, таркибини, тузилишини, турли йўналишлардаги хоссалари ва бошқа шу кабиларни ўзгартириш мумкин. Кўплаб технологик жараёнларни бажариш учун мўлжалланган ва индивидуал тартибида ёки серияли ишлаб чиқарилаётган электротехнологик қурилмалар ўзига хос тартибида системалаштирилган. Улар, асосан турли шароитларда намоён бўлувчи, электр токи ва магнит майдонининг пировард таъсирига кўра гуруҳларга бўлинган.

1. Электр токининг пировард иссиқлик таъсирига асосланган қурилмалар. Бу гуруҳ қурилмаларига уй рўзғор қиздириш жихозлари, бевосита ва билвосита қиздириш қаршилиқ печлари, суюқлик ва газларни қиздириш қурилмалари - турли кўринишдаги электр қозонлари ва электрокалориферлар, шунингдек қиздирувчи элементлар вазифасини ишқорлар ёки оксидлар эритмалари бажарувчи, электродли ванналар.

Металларни электрошлак усулида қайта эритиш ва электрошлак усулида пайвандлаш қурилмаларининг ишлаш принципи, электродлар орасидаги муҳитни (бўшлиқни) тўлдирувчи шлакларда электр токи таъсирида ажралиб чиқадиган иссиқлик энергиясидан фойдаланишга асосланади.

Контактли пайвандлаш қурилмаларида электр энергияси икки детальнинг туташ нукталаридаги ўтиш қаршилигида иссиқлик энергиясига айланади. Ушбу жараён фақатгина токнинг импульсли режимида амалга оширилиб, мазкур кўринишидаги пайвандлаш қурилмаларининг схемаси ва электр таъминотининг ўзига хос хусусиятларини белгилайди.

Индукцион қиздириш қурилмаларининг ишлаш принципи саноат частотаси ва ундан юқори частотадаги ўзгарувчан ток электр энергиясини аввал ўзгарувчан магнит майдон энергиясига, бу энергияни эса яна электр энергиясига ва сўнгра охириги кўринишдаги энергияни қиздирилувчи материалда иссиқлик энергиясига айлантиришга асосланади. Ушбу усулдан фақат ток ўтказувчан материалларни қиздиришда фойдаланилади.

Диэлектрик материалларни қиздиришда эса моддаларни поляризациялаш жараёнида юқори частотали электр майдон энергиясини иссиқлик энергиясига айлантиришга асосланган қурилмалардан фойдаланилади.

Ишлаш принципи электр ёйида ажралаётган иссиқликдан фойдаланишга асосланган қурилмаларга металларни ва ўтга чидамли материалларни эритиш, фосфор ва бошқа металларни олши учун белгиланган электр ёй печлари ва руднотермик печлар, шунингдек металларни қайта эритиш ва рафинация қилиш учун белгиланган вакуум - ёй печларини мисол қилиш мумкин. Бундай қурилмалар сифатида металл ва нометалл (металл бўлмаган) материалларга плазмали ва плазма ёй усулида ишлов берувчи қурилмаларни кўрсатиш мумкин. Мазкур қурилмаларда металларни қайта эритиш, юзаларга химоя қопламаларини бериш ва шу каби бошқа жараёнларни амалга ошириш мумкин.

Электр ёй пайвандлаш қурилмаларида ажралиб чиқаётган иссиқлик энергиясининг асосий миқдори (куват) ёйнинг т а я н ч нукталарига (катод ва анод “доғ” ларига) тўғри келиши билан бирга электр ёй пайвандлаш жараёнининг боришига электр ёйининг “устун” қисми ҳам ўз таъсирини кўрсатади.

Электрон - нурли ва лазер қурилмаларида иссиқлик энергияси разряд каналидаги суюқликдан катта кучдаги токнинг импульс режимида оқиши натижасида ажралиб чиқади.

2. Электр токининг пировард электрохимёвий таъсирига асосланган қурилмалар. Бундай қурилмалар тоифасига эритма ёки қоришма билан тўлдириладиган электролиз ванналари, юзаларга ҳимоялаш ёки декоратив қопламалар берувчи қурилмалар,

шунингдек гальванопластика усулида маҳсулот олиш қурилмалари ва электролитларда электрохимёвий - механик ишлов бериш қурилмалари киради.

3.Электромеханик қурилмалар. Бундай қурилмаларда ишлов берилаётган материаллардан импульс режимидаги токнинг оқиб ўтиши механик кучлар ҳосил бўлишига олиб келади.

Мазкур қурилмаларнинг махсус синфини ультратовуш таъсирида ишловчи қурилмалар ташкил қилиб, ультратовуш генераторларидан берилаётган юқори частотадаги механик тебранишлар таъсирида технологик жараёнлар амалга оширилади.

4. Электрокинетик қурилмалар. Уларнинг ишлаш принципи электр майдон энергиясини ҳаракатадаги заррачалар энергиясига айлантиришга асосланган. Бундай қурилмалар тоифасига электрон - ион технологияларга асосланган электр филтрлари, порошок материаллари ва эмульсияларни ажратиш қурилмалари, электр бўёқлаш ва оқава сувларни тозалаш қурилмалари киради.

Электротехнологик қурилмаларни юқоридаги тартибда гуруҳларга бўлиш юқори даражада шартли равишда амалга оширилган, чунки кўплаб технологик жараёнлар бир пайтнинг ўзида бир неча энергия ўзгариши асосида амалга оширилади. Бу эса ўз ўрнида электротехнологик жараёнларининг имкониятларини янада кўплигини исботлайди.

Электр пайвандлаш ва электротехнологик жараёнларининг ривожланиш тарихи, рус физики В.В. Петров томонидан 1801 йилда электр ёйини кашф этилиши билан бошланган деб ҳисоблаб келинади. Лекин ўша даврда катта қувватдаги электр энергия манбалари ёки катта қувватдаги электр энергиясини Маълум масофага узатиш хали кам ривожлангани сабабли, электротехнологик жараёнлар XIX асрнинг охириларигача сезиларли даражада ривожлана олмаган. Биринчи «электр печлари» лекин, чет давлатларда тайёрланган печлар, Россияга айнан XIX асрнинг охириларида келтирилган. Биринчи “ рус электр печи “ 1901 йилда рус муҳандис физики В.П.Ижевский лойихаси асосида яратилган. «Электротехнологик жараёнлар» ининг кейинги ривожига А.Н. Лодыгин, С.С. Штейнберг ва А.Ф. Гармолин-лар электр металлургияси соҳасида, С.И. Тельный «Ўзгарувчан ток электр ёйининг электр занжири назарияси» бўйича, М.С. Максименко – «Металлар электротермияси» соҳасида, В.П. Вологдин – «Металларини индукцион қиздириш усуллари» соҳасида, Н.Н. Бенардос, Н.Г. Славянов, О. Е. Патонлар «Электр пайвандлаш» соҳасида, А.В. Нетушил «Ярим ўтказгич ва диэлектрикларни қиздириш назарияси» соҳасида ва А.Д.Свенчанский «Электр қаршилиқ печлари ва вакуум ёй печлари назарияси» соҳасида изланишлар олиб борган ҳолда ўзларининг салмоқли ҳиссаларини қўшдилар.

Назорат саволлари:

1. Электротехнологик қурилмалар деб нимага айтилади?

2. *Электр токи ва магнит майдонининг пировард таъсирига кўра неча гуруҳларга бўлинган?*
3. *Электр пайвандлаш ва электротехнологик жараёнларининг ривожланиш тарихи қачон ва ким томонидан кашф этилган?*

2 - МАЪРУЗА

ЭЛЕКТРОТЕРМИК ЖАРАЁНЛАР ВА ҚУРИЛМАЛАР

Режа:

1. **Электротермия ва иссиқлик ишлови бериш усуллари.**
2. **Электротермик қурилмаларида иссиқлик узатиш усуллари.**
3. **Қаршилик усулида иссиқлик ишлови бериш қурилмалари.**
4. **Қиздирувчи элементлар. Электр иситиш ва электр қиздириш қурилмалари.**
5. **Электр қаршилик печлари. Билвосита иссиқлик ишлови берувчи электр қаршилик печлари.**

Таянч сўз ва иборалар

Электротермия, қаршилик усулда иссиқлик ишлови бериш, индукцион усулда иссиқлик ишловчи бериш, конвекция усули, биринчи тартибдаги ўтказгичлар, иккинчи тартибли ўтказгичлар, ТЭНлар.

1. Электротермия ва иссиқлик ишлови бериш усуллари

“Электротермия” - тушунчаси кенг маънога эга бўлиб, саноатнинг турли соҳаларида электр энергиясини истеъмол қилган ҳолда иссиқлик ишлови берувчи кўплаб технологик жараёнларни ўзида мужассамлаштиради.

Органик ёки ҳисобига иссиқлик ишлови беришга нисбатан электр энергиясидан фойдаланиб иссиқлик ишлови бериш жараёнлари қатор афзалликларга эга. Булар ташқи муҳит ифлосланишининг кескин камайиши; ҳароратнинг аниқ белгиланган қийматларини олиш имконияти; аниқ йўналтирилган интенсив иссиқлик оқимларини ҳосил қилиш имконияти; ажралиб чиқаётган иссиқлик энергиясининг миқдорини қатъий назорат қилиш ва аниқ бошқариш имконияти; турли кимёвий таркибдаги газ муҳитлари ва вакуумда иссиқлик ишлови бериш имконияти; иссиқлик ишлови берилаётган материалнинг ўзида бевосита иссиқлик энергияси ажралиб чиқишини таъминлаш имконияти; ҳар қандай иссиқлик ишлови бериш учун белгиланган ҳажмда катта миқдордаги иссиқлик энергияси ажралиб чиқишини таъминлаш ва ҳ.к.

Электротермияда электр энергиясини иссиқлик энергиясига айланишини таъминловчи қуйидаги усулларни қайд этиш мумкин.

Қаршилик усулда иссиқлик ишлови бериш ўтказувчан материаллардан ток оқиб ўтиш оқибатида иссиқлик ажралиб чиқишига асосланган. Ушбу усул Джоуль - Ленц қонунига асосланган бўлиб, бевосита ва билвосита иссиқлик ишлови бериш қурилмаларида қўлланилади.

Индукцион усулда иссиқлик ишловчи бериш қиздирилаётган материалда уярма тоқлар ҳосил қилиш оқибатида электромагнит майдон энергиясини иссиқлик энергиясига айлантиришга ва Джоуль - Ленц қонуни асосида иссиқлик ажралиб чиқишига асосланади.

Диэлектрик усулда иссиқлик ишлови бериш юқори частотадаги электр майдонига киритилган ток ўтказмайдиган ёки ярим ўтказгич металлларда поляризация натижасида ҳосил бўлувчи силжиш тоқлари вужудга келишига асосланган.

Электр ёйи ҳисобига иссиқлик ишлови бериш усулида материалларга электродлар орасида ҳосил қилинган иссиқлик энергияси Ҳисобига тегишли иссиқлик ишлови (ёй ёрдамида металлларни кесиш, улаш, эритиш ва ҳоказо) берилади.

Электрон ва ионли- нурли қиздириш усули электр майдони таъсирида тезланиш олган ва тез ҳаракатланаётган электронлар ва ионлар ўзаро тўқнашишлари натижасида ажралаётган иссиқлик энергиясидан фойдаланишга асосланган.

Плазмали қиздириш усули ёй разряди мухитидан ёки юқори частотали электромагнит ёхуд электр майдонидан газни ўтказиш оқибатида ажралаётган иссиқлик энергиясидан фойдаланишга асосланган.

Лазер ёрдамида иссиқлик ишлови бериш лазерларда яъни оптик квант генераторларида ҳосил қилинган юқори концентрациядаги ёруғлик энергияси оқимларини қиздирувчи юзалар томонидан ўзлаштирилишига асосланган.

2. Электротермик қурилмаларида иссиқлик узатиш усуллари

Электротермик қурилмаларда иссиқлик алмашуви мавжуд бўлган барча усулларда, яъни, *иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва нурли иссиқлик алмашуви* усулларида амалга оширилади.

Иссиқлик ўтказувчанлик усули - қаттиқ жисм ичида ёки ҳаракатда бўлмаган суюқликда (газда) амалга ошириладиган иссиқлик алмашуви усули бўлиб, бунда молекулалар - кинетик назарияга кўра жисмлар заррачаларининг (молекула, атом, электрон) иссиқлик таъсиридаги ҳаракати ва ўзаро таъсир-лашуви оқибатида жисмнинг нисбатан юқори ҳароратга эга қисмидан камроқ қизиган қисмига қараб узатиш кўринишда намоён бўлади.

Фурье гипотезасига кўра узатилаётган иссиқлик энергияси миқдори:

$$q = -\lambda \frac{\partial}{\partial n} d\tau \cdot dF \quad (2.1)$$

билан аниқланади. Бу ерда:

λ - жисм ёки модданинг иссиқлик ўтказиш хусусиятига боғлиқ бўлган иссиқлик ўтказувчанлик коэффиценти;

$\frac{\partial}{\partial n}$ - иссиқлик энергияси йўналиши бўйича ҳарорат градиенти;

$d\tau$ - элементар вақт;

dF - иссиқлик оқимида перпендикуляр бўлган элементар юза.

Конвекция усули - асосан суюқлик ва газларда кузатилади. Бунда ʼажамдаги модданинг иссиқлик энергиясига эга бўлган қисмигина ҳаракатда бўлади. Модда массаси ҳаракати билан бирга ундаги иссиқликни узатиш усули *конвектив усулидаги иссиқлик алмашуви* усули деб аталади.

Ньютон - Рихман қонунига кўра конвектив иссиқлик алмашуви орқали узатилган иссиқлик энергияси миқдори:

$$Q = \alpha_K (t_C - t_{TM}) F \quad (2.2)$$

билан аниқланади. Бу ерда:

α_K - конвектив усулида иссиқлик узатиш коэффиценти, Вт/М² К;

t_C - идиш девори ҳарорати, °С;

t_{TM} - ташқи муҳит ҳарорати, °С;

F - конвектив иссиқлик алмашуви юзаси; М².

Нурли иссиқлик алмашуви усули - спектрнинг кўринар ва кўринмас қисмларида электромагнит тўлқинлар кўринишида иссиқлик узатиш усулидир.

Нурли иссиқлик узатиш 0,4 дан 40 мкм гача бўлган тўлқин узунлигида амалга оширилади (0.4 дан 0.8 мкм гача кўринар ёруғлик нурлари ва 0,8 дан 40 мкм гача кўринмас инфрақизил нурлар).

Иссиқликни нурли узатиш усули асосан Стефан - Больцман қонунига бўйсуниб, унга кўра узатилган иссиқлик энергияси миқдори:

$$Q = C_S \cdot \varepsilon \left(\frac{T}{100} \right)^4 \quad (2.3)$$

билан аниқланади. Бу ерда:

C_S - абсолют қора жисмнинг нурланиш коэффициенти, Вт²/м·К;

ε - жисмнинг қоралик даражаси (абсолют қора жисм учун $\varepsilon = 1$).

T - абсолют ҳарорат, К.

3. Қаршилик усулида иссиқлик ишлови бериш қурилмалари

Маълумки, электр майдон таъсирида мусбат ва манфий электр зарядларининг йўналган (тартибли) ҳаракатини электр токи деб атаймиз. Бунда фақат электронлар ёки фақат ионлар ҳаракати кузатилиши мумкин. Шунга кўра фақат электрон ўтказувчанликка эга бўлган моддалар биринчи тартибдаги ўтказгичлар деб аталади (металлар), фақат ион ўтказувчанликка эга бўлган моддалар эса иккинчи тартибли ўтказгичлар деб аталади (электролитлар - қоришма, эритма). Плазмалар эса аралаш ўтказувчанликка эга.

Электронлар назариясига кўра металл кристалл моддалар ʻисобланиб, кристалл катакчалар тугунларида атом ядролари жойлашган бўлиб, тугунлар атрофидаги бўшлиқ эса электронлар билан тўлдирилган. Металлардаги эркин электронлар чексиз кўп бўлиб, мисол учун мисда бу сон $10^{29}/\text{м}^3$ ни ташкил қилади.

Электронлар назариясига биноан идеал кристалл катакчага эга бўлган металлнинг ўтказувчанлиги чексизга тенг бўлиши керак. Лекин металл структурасига боғлиқ бўлган ўтказувчанлик чексизга тенг бўлмай маълум қийматига эга бўлади.

Металл ҳарорати ошиши билан тугунлардаги атомлар борган сари катталашиб борадиган амплитуда билан тебрана бошлайди ва атом билан ҳаракатдаги эркин электронларнинг туртиниш эътимоллигини ошириб боради. Демак ҳарорат ортиши билан ўтказгичнинг электр токига бўлган қаршилиги ортиб борар экан.

Қиздириш жараёнларида иккала, яъни электрон ўтказувчанликли ҳамда ион ўтказувчанликли ўтказгичлардан кенг фойдаланилади.

Иссиқлик эффективлиги асосан электр токининг электрон ўтказувчанлигига тўғри пропорционалликдан келиб чиқиб қуйидаги мулоҳазаларни кўриб чиқамиз.

Ом қонунига кўра ток зичлиги.

$$j = (n_e \cdot e_0 \cdot \mu_e + n_i \cdot e_0 \cdot \mu_i) E \quad [\text{А}/\text{см}^3] \quad (2.4)$$

билан аниқланади, бу ерда.

n_e ; n_i - электрон ва ион заряд ташувчиларининг зичлиги, $1/\text{см}^3$

μ_e ; μ_i - электрон ва ионларнинг ҳаракатланувчанлиги ;

E - электр майдон кучланганлиги, В/см;

e_0 - электрон заряди.

(2.4) тенглама фақат электрон ўтказувчанлик ҳолати учун қуйидаги кўринишда бўлади:

$$j = n_e e_0 \mu_e \cdot E \quad (2.5)$$

Бу ерда

$$\sigma = n_e e_0 \mu_e \quad (2.6)$$

кўпайтма билан аниқланувчи σ ўтказувчанликни ифодалайди. (2.6) га кўра

$$j = \sigma E \quad (2.7)$$

σ га тескари бўлган, яъни $\rho = \frac{1}{\sigma}$ - катталиқ, солиштира электр қаршилигини ифодалайди.

Белгиланган t қийматидаги ҳароратдаги солиштира электр қаршилиқ

$$\rho_t = \rho_{20} [1 + \alpha(t - 20)] \quad (2.8)$$

ρ_{20} – $t = 20^\circ\text{C}$ даги солиштира электр қаршилиги.

α -- қаршилиқнинг ҳарорат коэффиценти [Ом/К].

Потенциаллар фарқи U , майдон кучланганлиги E бўлган электр майдонидан ўтган электрон тезлиги:

$$U_e = 5,93 \cdot 10^5 \sqrt{4} \quad (2.9)$$

Агар $U=40$ кВ бўлса, U_e -118,6 минг км/с.

Джоуль - Ленц қонунига кўра ўтказгичдан I токи оқиб ўтганда ажралиб чиққан иссиқлик энергияси миқдори:

$$Q = I^2 R \tau = I^2 \rho \frac{\ell}{S} \cdot \tau \quad (2.10)$$

Ўтказгичдан ҳосил қилинган қувват:

$$P = \frac{U^2 \cdot S}{\rho \cdot \ell} \quad (2.11)$$

R - қаршилиқ, Ом

τ - вақт, сек

S - ўтказгичнинг кесим юзаси, М^2

ℓ - ўтказгич узунлиги, М.

4. Қиздирувчи элементлар.

Электр иситиш ва электр қиздириш қурилмалари

Қиздирувчи элементлар - билвосита қаршилиқ усулида иссиқлик ишлови берувчи қурилмаларнинг асосий ишчи қисми ыисобланиб, электр энергиясини иссиқлик энергиясига айлантириб бериш учун хизмат қилади. Қиздирувчи элементларга қуйидаги талаблар қўйилади. Улар юқори даражадаги ҳароратда тургун (юқори ҳароратларда оксидланмаслик хусусиятига эга), юқори даражадаги ҳароратларда биқирлик (юқори ҳароратларда ўз хоссаларини йўқотмаслик хусусиятларига эга) ва улар юқори даражадаги ҳароратларда ишлов берилувчанлик каби хусусиятларга эга бўлишлари керак. Шунингдек, улар юқори солиштира қаршилиқга эга бўлишлари, қаршилиқнинг кичик ҳарорат коэффицентиға ва ўзгармас электр қаршилиғига эга бўлишлари керак.

Ҳароратиға қараб қиздирувчи элементлар қуйидагиларға бўлинади:

- паст ҳарорат қиздирувчи элементлари - 500 - 700 К;
- ўрта ҳарорат қиздирувчи элементлари - 900 - 1200 К;
- юқори ҳарорат қиздирувчи элементлари - 2500 - 3300 К.

Қидирувчи элементлар асосасн таркибига бир неча металл қирган қоришмалардан ясалади. Мисол учун нихром деб аталувчи қоришма таркибига (75 - 85) % никель, (22-27)% хром ва бошқа қўшилмалар қиради, ёки фехраль деб аталувчи ўтказгич таркиби 13% гача хром, 4% гача алюминий ва 83% гача темирдан иборатдир. Титан, бор ва бошқа

легированчилар қўшиш орқали қиздирувчи элементларнинг ишчи ҳароратини анча кўтариш мумкин.

Конструкциясига кўра қиздирувчи элементлар (кейинчалик қ.э) - очик конструкцияли қ.э ларга ва ёпиқ конструкциядаги қ.э ларга бўлинади. Ўз ўрнида очик конструкциядаги қ.э лар - кесим юзаси доира шаклидаги ўтказгичдан ясалган спиральсимон ва зиг-заг кўринишдаги ҳамда кесим юзаси тўғри тўртбурчак (квадрат) лента кўринишдаги зиг-заг симон қ.э ларга бўлинади.

Ёпиқ конструкциядаги қ.э лар тоифасига паст ҳароратларда ишловчи трубкасимон қ.э лар (ТЭН лар) киради.



2.1- расм. ТЭН нинг умумий тузилиши

2.1-расмда ТЭН нинг тузилиши кўрсатилган бўлиб, очик конструкция-даги қ.э га нисбатан электр муҳитида ишлатилишига кўра хавфсиздир. Шунингдек ТЭН лар сувда, суюқ углеводородлар, туз қоришмалари суюқ металл муҳитларида ишлатилишлари мумкин. ТЭН лар қуйидаги характеристикаларга эга, яъни, қуввати 100 Вт дан 15 Квт гача, кучланиши 36 В дан 380 В гача, ишчи ҳарорати 400 дан 1000 К гача, ишлаш муддати 10 минг соатдан 40 минг соатгача.

Суюқлик ва газларни қиздиришда ғоваклик даражаси 40 - 80 мкм бўлган ғовак металлокерамик металллардан ясалган қ.э лар ишлатилади. Уларнинг солиштирма иссиқлик қуввати 1 Квт / см², ишчи ҳарорати 400 - 600 К, бир элементдаги кучланиш 1 - 12 В га тенгдир.

Ишчи ҳарорати 1700 К бўлган юқори ҳароратдаги иссиқлик ишлови бериш учун корборунддан ясалган қ.э лар ишлатилади. (корборунд 1900- 2000К ҳароратда кўмир ва кремний карбидини қориштириш йўли билан олинади). Бундай қ.э лар диаметри 6 - 30 мм бўлган стержень шаклида ясалади.

Ҳарорати 2000К бўлган оксидловчи муҳитларда молибден дисилицидидан (MoSi₂) ясалган қ.э лар ишлатилади.

Ишчи ҳарорати 2300 К ва ундан юқори бўлган шароитда қийин эрувчан металллар (тантал, вольфрам, молибден ва б.), кўмир ва графитдан ясалган қ.э лар ишлатилади.

Электр иситиш ва электр қиздириш қурилмалари

Бундай қурилмалар тоифасига электрокалориферлар, радиацион қиздиргичлар, электр қуригичлар, электр иситиш қурилмалари, шунингдек, трубаларни, бетон ва ер сатҳини қиздириш қурилмалари киради. Қурилмалар синфининг кўплиги улар томондан бажариладиган технологик жараёнларнинг турли - туманлигидан далолат беради.

Электрокалорифер - қ.э. ва вентилятордан иборат бўлган қиздириш қурилмасидир. Асосий параметрлари - қуввати 10 - 60 кВт; солиштирма юза қуввати - 1 - 10 Вт/см²; Кучланиши - 127, 220, 380 В; ишчи ҳарорати 100 - 500 °С ; ҳаво тезлиги 5 - 20 м/сек.

Ишчи ҳарорати 500 К бўлган электрокалориферларда изоляторларга осиб қўйилиши мўлжалланган спиральсимон қ.э лар қўлланилади. 400 К гача ҳаво муҳитини қиздириш учун мўлжалланган электрокалориферларда ТЭН лар қўлланилади. 1200 К ва ундан юқори даражада ғавони қиздиришида, қиздирувчи элементи металл трубадан ясалган электрокалориферлар қўлланилади.

Радиацион қиздиргичлар саноат ва қишлоқ хўжалигининг турли соҳаларида ишлатилади. Улар тоифасига оч рангли лампали нурлатгичлар, оч рангли кварц нурлатгичлари ва тўқ рангли нурлатгичлар киради.

Электр қуритгичлар - радиацион ва аралаш усулларда ишлаш принципига эга. Бу ўзига хос камера бўлиб, ундаги ёво муҳити калорифер, ТЭН ва турли очик конструкциядаги қ.э.лар ёрдамида қиздирилади. Иссиқлик эффективлигини ошириш учун қуритгич панели кўзгули қилиб ясалади. Ишлаб чиқарувчанликни ошириш учун узлуксиз ишловчи қуритгичлардан фойдаланилади.

Электр иситиш қурилмалари. Улардан иктисодий жиъатдан афзаллик бўлган ҳолларда фойдаланилади. Электр истишнинг қуйидаги усуллари мавжуд:

- хавони электрокалорифер ёрдамида қиздириш орқали иситиш;
- панелли қ.э. лар ёрдамида иситиш;
- нурли иссиқлик алмашинуви ёрдамида иситиш.

Трубаларни, бетон ва ер сатҳини қиздириш қурилмалари ёрдамида труба қувурларидаги суюқликларни қиздириш, қатламларидан электр токи оқиши ҳисобига бетон қатламларини қиздириш, музлаган ер қатламини эритиш ва шунингдек шаҳар электр таъминоти тизимига кирувчи тротуар, чорраҳалар ва аэропортлардаги самолётлар қўниш йўлакларини қиздириш жараёнлари амалга оширилади.

5. Электр қаршилик печлари.

Билвосита иссиқлик ишлови берувчи электр қаршилик печлари

Электр қаршилик печлари (ЭҚП лар) машинасозлик, металлургия, енгил ва кимё саноати, қурилиш ва коммунал хўжаликда кенг қўлланилиши муносабати билан улар турли хил конструкцияга эга. Улар турли кўрсаткичларига кўра турларга бўлинади.

Электр энергиясини иссиқлик энергиясига айлантирилиши усулига кўра ЭҚП лар икки тоифага бўлинади, яъни **билвосита ишловчи ЭҚП лар** ва **бевосита ишловчи ЭҚП лар**. Билвосита ишловчи ЭҚП ларда электр энергияси иссиқлик энергиясига махсус қ.э. ларда айлантирилади ва иссиқлик қиздириладиган маҳсулотга иссиқлик ўтказувчанлик, конвекция ва нули иссиқлик узатиш усулларида узатилади. Бевосита ишловчи ЭҚП ларда эса қиздирилувчи маҳсулот бевосита электр манбасига уланади.

Ҳароратига кўра ЭҚП лар қуйидаги гуруҳларга бўлинади:

- паст ҳарорат ЭҚП лари (900 - 1000 К) ;
- ўрта ҳарорат ЭҚП лари (1000 - 1600 К) ;
- юқори ҳарорат ЭҚП лари (1600 К дан юқори).

Технологик белгиланишига кўра ЭҚП лар қиздирувчи ЭҚП ларга ва эритиш жараёнлари ЭҚП ларига бўлинади.

Иш режимига кўра эса ЭҚП лар даврий режим ЭҚП лари ва узлуксиз режим ЭҚП ларига бўлинади.

Ўз навбатида эса даврий режим ЭҚП лари тоифасига **камерали, шахта, қолпоқ типларидаги, туби чиқариладиган, камерали** ва **элеватор типидagi ЭҚП лар** киради. Узлуксиз режим ЭҚП лари тоифасига эса **конвеер, турткилаб ҳаракатлантирилувчи, рольганг, карусель, туби ҳаракатланувчан, туби тебранувчан, барабан типларидаги ва тортиб қиздириш ЭҚП лари** киради.

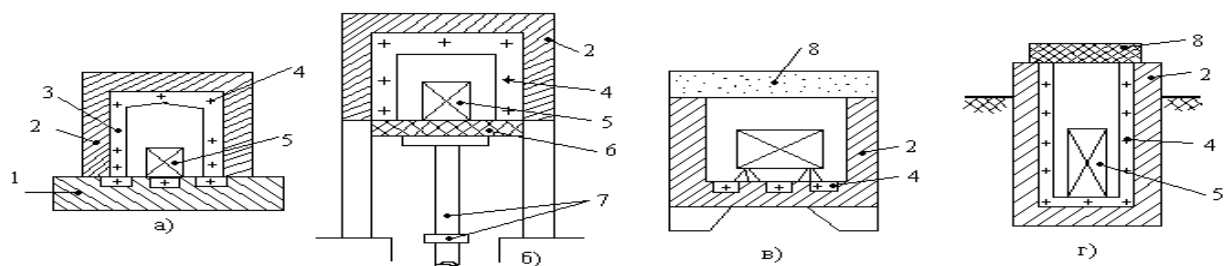
Билвосита иссиқлик ишлови берувчи электр қаршилик печлари

Даврий режимда ишловчи электр қаршилик печлари

Қуйидаги 2.2-расмда даврий режим ЭҚП ларнинг тузилиши келтирилган. Бунда а – қалпоқ типидagi; б – элеватор типидagi ; в – камерали; г – шахта типидagi.

2.2-расмда қуйидаги белгиланишлар қўлланилган: 1-маҳсулот ўрнатиладиган стенд; 2-печь камераси; 3 – юқори ҳароратга чидамли муфель; 4 – қиздирувчи элементлар; 5 –

қиздирилаётган маҳсулот; 6 – печнинг пастга тушириладиган туби; 7 – кўтарувчи қурилма; 8 – печь қопқоғи.



2.2 – расм. Даврий режим ЭҚП ларнинг тузилиши

“Қолпоқ” типдаги печь - футеровкаланган (юқори ҳароратга чидамли) ва қўзғалмас стендга қиздирилувчи маҳсулот ўрнатилган бўлиб, устидан аввал ўтга чидамли муфель ўрнатилиб, сўнгра маҳсулотни қиздириш учун мўлжалланган қ.э. 14ар1414 таъминланган “қолпоқ” ўрнатилади. Қ.э. 14ар қолпоқнинг ички ён деворларига

ўрнатилган. Қ.э. 14ар электр энергияси манбасига эгилувчан кабель ва штепсель ажратгичлари ёрдамида уланади. Маҳсулот ва “қолпоқ” кўтариш кранлари ёрдамида стендга юкланади ва туширилади. Иссиқлик энергиясидан фойдаланиш эффективлиги ва ишлаб чиқарувчанлигини ошириш мақсадида 2-3 стенддаги маҳсулотга иссиқлик ишлови бериш учун 14ар14 “қолпоқ” дан фойдаланилади (биринчи стенддаги маҳсулот қиздириб бўлингач, “қолпоқ” кран ёрдамида иккинчи ва сўнгра учинчи стендга олиб ўрнатилади, бунда маҳсулотни совутиш жараёни муфель ичида давом эттирилади ва оқибатда бор йўйи муфель ва қолпоқда йиғилган ва 10 – 15 % ни ташкил қилган миқдордаги иссиқлик энергияси йўқолишига эришилади). Бундай ЭҚП ларнинг ишчи ҳарорати 350 °С дан 1250 °С гачани ташкил этади. Мисол учун, 1,5 x 2,0 x 6,0 м катталиқдаги ва массаси 100 тонна бўлган маҳсулотни қиздириш печининг қуввати 570 кВт ни ташкил этса, бундан 500 кВт “қолпоқ” қувватини 70 кВт стенд қувватини ташкил этади.

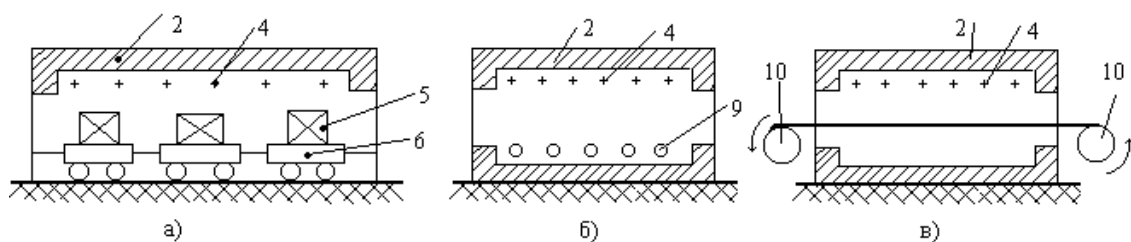
Элеватор типдаги печь туби очик қўзғалмас камера ва пастга тушириладиган қисмга (тубга) эга. Камера цилиндр ёки тўртбурчак шаклга эга бўлиб, 3-4 м баландликга эга бўлган устунларга ўрнатилган. Печнинг туби гидравлик ёки электромеханик кўтариш қурилмаси ёрдамида туширилади ва 14ар14 маҳсулот юклангач, камерагача кўтарилади. Печнинг ишчи ҳарорати 700, 1000, 1250 °С ни ташкил қилади, қуввати 600 кВт ни ташкил этади ва ўнлаб тонна маҳсулотга бир вақтнинг ўзида иссиқлик ишлови беради.

Камерали печлар маҳсулотни юклаб, тушириш эшикчаси ён томондан бўлган туъри бурчакли камерадан ташкил топган бўлиб, маҳсулот асосан қўлда юклаб туширилади. Камера туби юқори ҳароратга чидамли плита бўлиб, унга қ.э.лар ўрнатилган. Ишчи ҳарорати 1000 – 1800 К, фойдали иш коэффициентини 65 – 70 % га тенг.

Шахта типдаги печь - қуввати 300 – 400 кВт, ишчи ҳарорати 1500°С га тенг бўлган юқори қисмида махсус механизм ёки кўтариш крани ёрдамида очиладиган қопқоққа эга бўлган ва ишчи камераси ер тубига жойлаштирилган печни ифодалайди.

Узлуксиз режимда ишлови ЭҚП Лар

Куйида 2.3 - расмда мисол тариқасида узлуксиз режимда ишловчи ЭҚП лар намуналарининг кўриниши тасвирланган:



2.3 – расм. Узлуксиз режимда ишловчи ЭҚПлар

а - туннель типигади печь ; б-рольганг типигади печь;

в - тортиб қиздириш печи;

Туннель типигади печларда маҳсулот футеровкаланган аравага юкланган ҳолда печнинг бир томонидан киритилиб, белгиланган ҳароратгача қиздирилгач ташқарига узатилади. Маълум вақтда барча аравалар бир арава узунлигига тенг масофага сурилади, бунда печнинг бир томонидан маҳсулот юкланган арава кирса, иккинчи томондан қиздирилган маҳсулот юкланган бир арава ташқарига узатилади. Бундай печларнинг ишчи ҳарорати 1300 - 1500 К га тенг.

Рольганг типигади печь тубида юкори ҳароратга бардош берадиган роликлар ўрнатилган бўлиб, улар соат стрелкасининг айланишига тескари йўналишда айлантирилади. Маҳсулот эса ушбу роликлар устидаги ҳаракати давомида белгиланган ҳароратгача қиздирилади.

Тортиб қиздириш печларида лента кўринишдаги ва тўпларга мужассамлаштирилган ўтказгичлар (симлар) бир барабандан иккинчи барабанга печь камераси орқали тортиб қиздирилиши натижасида иссиқлик ишлови берилади.

Умуман узлуксиз режимида иссиқлик ишлови берувчи ЭҚП лар ўзларининг юкори ишлаб чиқарувчанлиги билан, иссиқлик энергиясининг нисбатан кам йўқотилиши билан характерланадилар.

Билвосита иссиқлик ишлови бериш ЭҚП лари умумий ҳолда қуйидаги параметрларга эга:

- печлар қуввати 170 кВт дан 2 - 3 мВт гача;
- ишчи ҳарорати 1150 - 2500 °С гача;
- қ.э. даги кучланиш 11 В дан 220 В гача (бир элементга);
- массаси 9 тоннадан 195 тоннагача;

Масалан: СЛВ - 16 маркали туннель типигади печь учун:

- қуввати - 2000 кВт;
- бир элементдаги кучланиш - 30 - 60 В ;
- максимал ишчи ҳарорат - 1455 °С ;
- габарит катталиклари - (44000 х 11800х 7200) мм ;
- массаси - 195 тонна

Печь 3 та ишчи зонага эга бўлиб, 2 қиздириш ва 1 та совутиш камерасига эга.

Назорат саволлари:

1. *Электротермия деганда нимани тушунаси?*
2. *Электротермияда электр энергиясини иссиқлик энергиясига айланишини таъминловчи қандай усулларни қайд этиш мумкин?*
3. *Электр энергиясини иссиқлик энергиясига айлантирилиши усулига кўра ЭҚП лар неча тоифага бўлинади?*
4. *Узлуксиз режимда ишлови ЭҚП лар неча тури бор?*
5. *Даврий режим ЭҚП ларнинг неча тури бор?*
6. *Даврий режим ва Узлуксиз режимда ишлови ЭҚП ларнинг фарқи нимада?*

3 - МАЪРУЗА

ЭЛЕКТР ЁЙ ҚИЗДИРИШ ҚУРИЛМАЛАРИ

Режа:

1. Электр ёйи. Электр ёйининг асосий характеристикалари
2. Электр ёй печлари. Билвосита ва бевосита ишловчи электр ёй печлари
3. Пўлат эритувчи, руднотермик ва вакуумли ёй печлари (пэёп, ртп, вёп)

4. Индукцион ва диэлектрик қиздириш қурилмалари (икқ ва дкқ)

Таянч сўз ва иборалар

Электр ёйи, ёй разряди, ёй марказий қисми, катод олди бўлаги, анодолди бўлаги, ёй устуни бўлаги, ионизациялаш, потенциали, ўзгармас ток электр ёйи ва ўзгарувчан ток электр ёйи, вольт - ампер характеристикаси, Билвосита ишловчи ЭЁП лари, бевосита ишловчи ЭЁП лари, ПЭЁП нинг электр таъминоти бош занжирининг схемаси.

1. Электр ёйи. Электр ёйининг асосий характеристикалари

Катта миқдордаги иссиқлик энергиясини талаб қиладиган қатор электротермик жараёнларни амалга оширишда органик ёқилғи ҳисобига эришиб бўлмайдиган юқори ҳароратларга, 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 жабҳаларда 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 қуйидагилардир;

- 1) ёй разряди электр токининг нисбатан катта қийматларида намоён бўлади, масалан металллар учун бу кўрсаткич 0,5 А ва ундан юқори қийматларни ташкил қилади;
- 2) ёй марказий қисмнинг ҳарорати 6000 - 18000 К ни ташкил қилади;
- 3) катоддаги токнинг зичлиги катта бўлиб, $10^2 - 10^3$ А/мм² 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 устуни 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 га тенг. Катодолди бўлакдаги ўтказувчанлик асосан электрон ўтказувчанликга эгадир.

Ионизация жараёнини ҳосил қилиш учун электронлар томонидан маълум энергияни олиш учун етарли ҳисобланган, “хайдаш” 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 учала 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 устунида эса зарядланган заррачалар энергияси жуда кичиклиги оқибатида ионлар ва электронларнинг ҳаракатланиши асосан иссиқлик ионизацияси таъсирида амалга оширилади. Бунда кўплаб икки атомли газлар ионизацияси ҳароратининг 610^3 К миқдорида бошланса, металллар парлари нисбатан кичикроқ, яъни 3000 - 4000 К га тенг ҳароратларда бошланади.

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

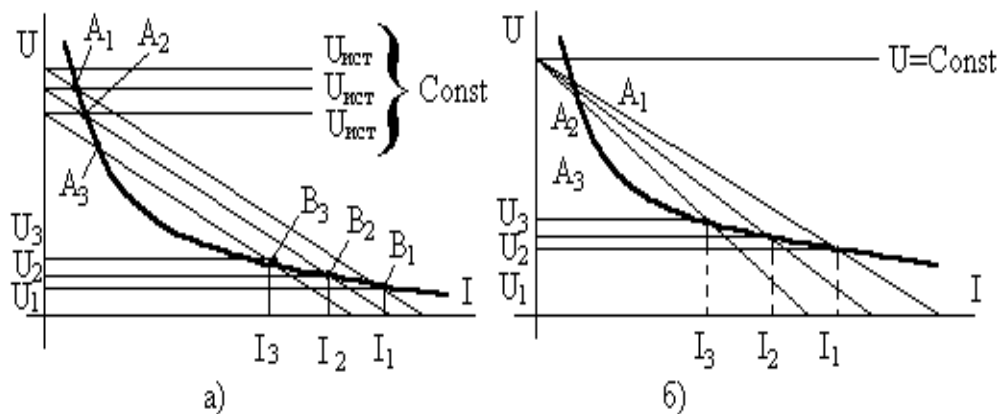
Ёй ҳосил бўлаётган электродларнинг учидаги ёй таянган нуқталари **катод ва анод доғи** деб юритилиб, ушбу нуқталар юқори миқдордаги ҳароратга ва ток зичлигига эга.

Электр токининг турига кўра электр ёйи **ўзгармас 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 ёйининг узок муддатда барқарор (турғун, ўчмай) ёнишини таъминлаш учун унинг В.А.Х.сини электр манбасининг характеристикаси билан уйғунлаштириш талаб

The graph illustrates the voltage U across an inductor during its switching process. The vertical axis represents voltage U , and the horizontal axis represents current I . A straight line represents the ideal case, while a curve shows the actual behavior with inductance L . Key points A, B, B', B'', and B''' are marked on the curve. The area under the curve is divided into I_a and I_b . A schematic of an AC circuit with an inductor and a switch is shown to the right.

Электр ёйининг қувватини бир неча усул билан бошқариш мумкин. Қуйидаги расмда ёй қувватини манба кучланишини ўзгартириш орқали (а) ва балласт қаршилиқни ўзгартириш орқали (б) бошқариш оқибатида олинган В.А.Х. лар келтирилган (3.2-расм)



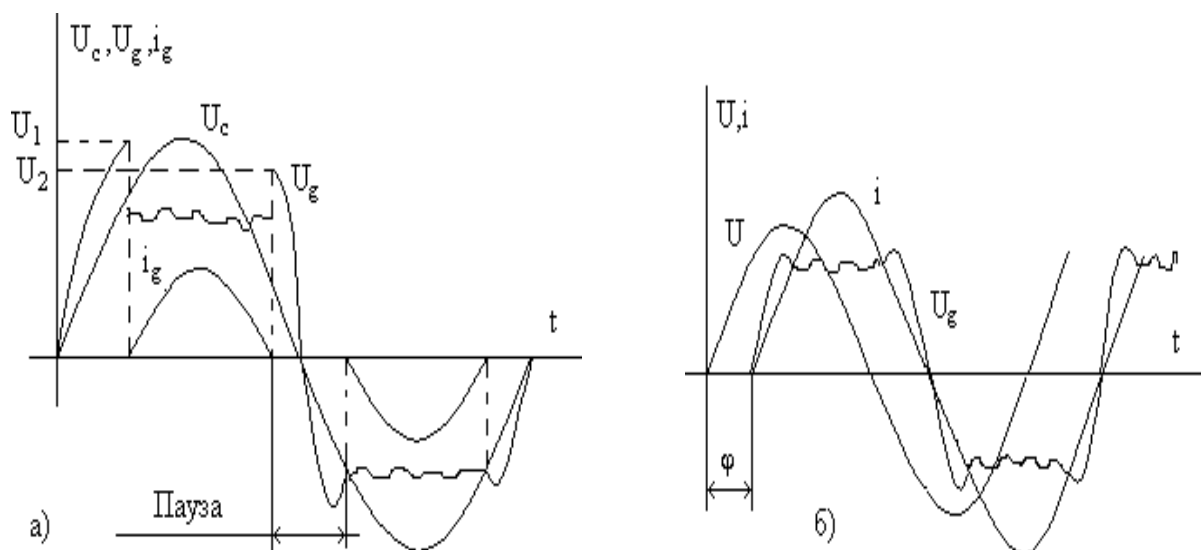
3.2 – расм

1. Ёй қувватини манба кучланиши орқали бошқаришда (бунда балласт қаршилик 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 манба кучланишини, масалан, трансформатор чўлғамидаги ўрамлар сонини ўзгартириш ёки генератор қўзғатиш чўлғами занжиридаги қаршиликни ўзгартириш орқали бошқариш мумкин (3.2 -расм,а).

2. Манба кучланишини ўзгартирмаган ҳолда балласт қаршиликни ўзгартириш орқали бошқаришда занжирга босқичма-босқич ўзгартирилувчан қаршилик улаш мақсадга мувофиқ (3.2 -расм,б).

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

Ўзгарувчан ток электр ёйи ўзгармас ток электр ёйидан фаркли ўлароқ вақт давомида ўзгарувчи кучланиш ва тоққа эга. Бунда ёй разрядининг ток ва кучланиши бир давр мобайнида икки марта ноль қийматдан ўтиб, йўналишини ўзгартиради ва электродлардаги қутблар 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. 3.3 - расм.



3.3-расм

3.3.а - расмда занжирига фақат актив қаршилик уланган электр ёйининг токи ва кучланишининг осциллограммаси келтирилган. Бунда ёй токи i_g ва манба кучланиши U_c

бир хил фазада ўзгаради. Расмда кўрсатилганидай ёй кучланишнинг U_1 қийматида ҳосил бўлади ва кучланишнинг U_2 қийматида ўчади.

Электродлар кутби ўзгаргандан сўнг U_1 кучланиш агар қолдиқ плазманинг диэлектрик биқирлигидан катта бўлса ёй қайта ёнади ва ушбу жараён кейинги даврларда ҳам шундай қайтарилади.

Ёйни қайта ёндириш ва унинг барқарор ёнишини таъминлаш учун ёй занжирига, унга кетма-кет қилиб **индуктивлик** улаш тавсия қилинади. Ёй токи ва манба кучланишининг ёй занжирига индуктивлик уланган ҳолатидаги осциллограммалари 3.3.б - расмда келтирилган. Ушбу расмдаги графикларнинг таълили шуни кўрсатадики, манба кучланиши ёйдаги кучланиш U_d дан камайгандан сўнг ёйнинг ўчмай ёнишини индуктивликда тўпланган электромагнит энергия қўллаб қувватлайди. Бу эса қуйидаги шарт бажарилса амалга ошади :

$$U_d = U_m \cdot \sin \varphi \text{ ёки } \varphi = \arcsin U_d / U_m \quad (3.2)$$

бу ерда U_m - манба кучланишининг амплитуда қиймати.

Қуйидагини инобатга олсак:

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

$$\cos \varphi = \pi / 2 U_d / U_m$$

унда

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - (\pi / 2 U_d / U_m)^2} \quad (3.3)$$

(3.2) даги қийматни (3.3) га қўйсак,

$$U_d / U_m \leq 0,54 \text{ ва}$$

$$\cos \varphi = (\pi / 2) (U_d / U_m) \leq (\pi / 2) \cdot 0,54 = 0,85 \quad (3.4.)$$

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

2. Электр ёй печлари. Билвосита ишловчи электр ёй печлари, бевосита ишловчи электр ёй печлари.

Электр ёй печлари (ЭЁП) металлургия, кимё, машинасозлик ва саноатнинг бошқа жабҳаларида қўлланиладилар. Улар қуйидаги 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.

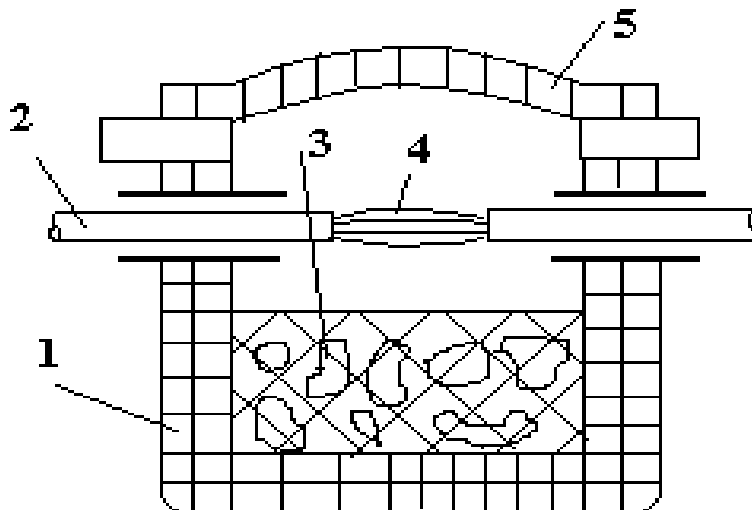
2. Бевосита ишловчи ЭЁП лари - уларда электр ёйи электродлар учи билан металл ўртасида ёнади ва бунда ёйдаги иссиқлик металлга нурли иссиқлик алмашуви, конвекция ва иссиқлик ўтказувчанлик орқали узатилади.

3. Қаршилиқ 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 печь хажмига 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.

Бир фазали **билвосита ЭЁП** ларнинг асосий қисмлари 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 материал. Ушбу материал ваннага печь корпуси 5 нинг ён дарчаси орқали юкланади; 4 - электр ёйи.



3.4 – расм. Билвосита ЭЁП нинг схемаси

Электродлар кучланиш манбасига улангандан сўнг махсус механизм ёрдамида уchlари бир-бирига туташтирилади ва бунинг оқибатида электродлар занжирида ток ҳосил бўлгач, бир-биридан узоклаштирилади ва натижада ёй ҳосил бўлади. Ёйда ҳосил бўлган иссиқлик энергияси ўзлаштирилиши ҳисобига металлларга иссиқлик ишлови берилади ёки эритилади. Металл эритиб бўлингач, оғдириш механизми ёрдамида печь оғдирилади ва эритма махсус идишларга тўкилади. Печь қуввати манба токини ва электродларни

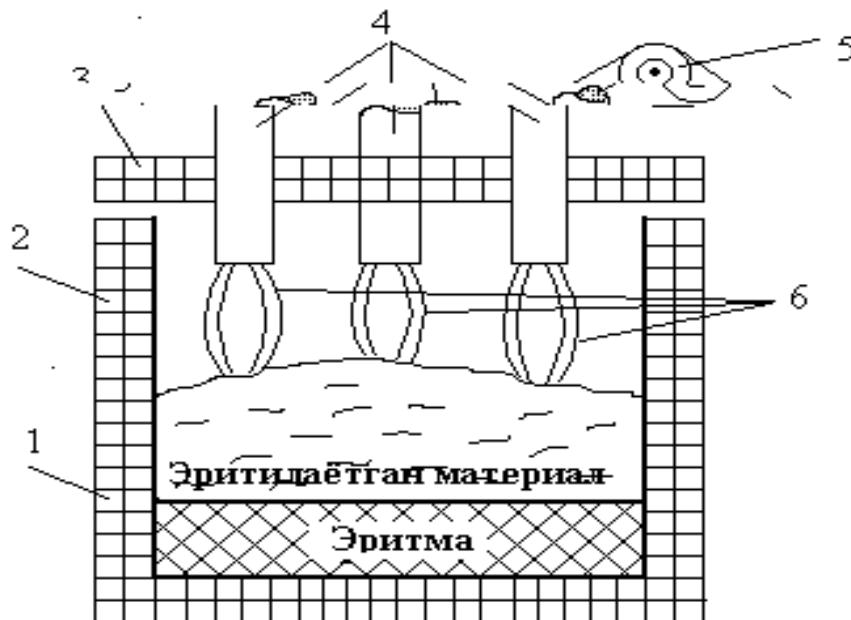
яқинлаштириш ёки узоклаштириш натижасида ёй узунлигини ўзгартириш ҳисобига бошқарилади.

Печнинг асосий электр жихозларини печь 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 кВА га тенг трансформаторлар билан таъминланган бўлиб, бундай печларда графитлаштирилган электродлар қўлланилади.

Бевосита ЭЁП лар

Бевосита ЭЁП лар асосан кейинчалик прокат цехларида қуйма ёмби олиш учун мўлжалланган пўлат эритиш учун белгиланган. Шунингдек, олинган пўлат маҳсулоти машинасозлик заводларида фасонли қуйиш орқали металлургик хом ашё олиш учун ишлатилади.



3.5-расм. Пўлат эритиш ёй пачи (ПЭЁП)нинг схемаси

Пачнинг тузилиши: 1 - пўлат кожух; 2 - юқори хароратга (ўтга) чидамли футеровка; электродлар - 4 ўтадиган пачнинг свод қисми-3; 5-электродларни кўтариш механизми; 6 - электр ёйи.

Бевосита ЭЁП ларининг тузилиши ва ишлаш принципини **пўлат эритиш ёй пачлари мисолида** кўрамиз.

ПЭЁПлари, шунингдек, металлни кимёвий таркибини ростлашга мўлжалланган электромагнит усулда қориштириш қурилмаси, эритмани тўкиш учун мўлжалланган пачни оғдириш механизми, пачь своди (қопқоғи) ни кўтариш ва буриш ҳамда электродларни узатиш ва кўтариш механизмлари билан таъминланган.

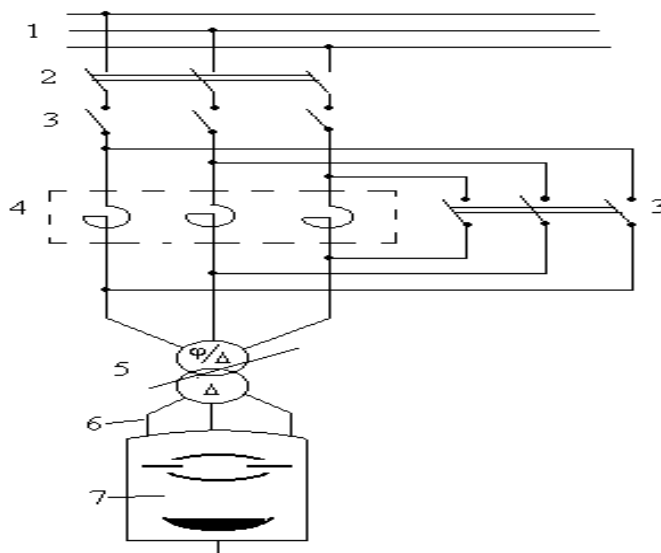
Электротехник пўлатни эритиш жараёни қуйидаги жараёнлар кетма - кетлигидан иборат:

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

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

3.6 –расмда схема **бош занжир** ва **ёрдамчи занжирлардан** (бошқариш, ўлчов асбоблари, ҳимоя қилиш ва автоматика занжири) иборат. Бош занжир **бирламчи ва иккиламчи занжирлардан** иборат бўлиб, бирламчи занжирни ўзаро кетма-кет уланган ўтказгичлар, юқори кучланиш аппаратлари, дроссель ва пачь трансформаторларининг бирламчи чулғами ташкил қилади.

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



3.6– расм. ПЭЁП нинг электр таъминоти бош занжирининг схемаси

Бунда печь трансформаторининг иккиламчи чўлғамидан электрод-ларгача бўлган ўтказгичлар **қисқа тармоқни** ташкил этади. 3.6.- расмда келтирилган белгиланишлар, булар, 1 - юқори кучланиш шиналари; 2 - разъединитель (ажратгич); 3 – выключательлар(улаб-узгичлар); 4 - реактор; 5 - печь трансформатори (кучланиши 6,10,35 кВ ва қуввати 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:

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

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]

3. Пўлат эритувчи ёй печлари (пэёп), вакуумли ёй печлари (вёп), руднотермик печлар (ртп)

Печдан, хусусан электродлар занжиридан оқаётган ток кучининг миқдорига кўра ПЭЁП ларини қуйидаги 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 ($I = I_{к.т.}$).

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 η 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 - $P_{\text{тўла}} = f(I)$; $P_{\text{ёй}} = f(I)$; $P_{\text{эл.й}} = f(I)$; $P_{\text{исс..й.}} = f(I)$; $\eta = f(I)$; ва $\cos \varphi = f(I)$ лардир).

ПЭЁП томонидан сарф бўлаётган электр энергияси N , печнинг ишлаб чиқарувчанлиги q , печнинг тўла фойдали иш коэффициенти $\eta_{\text{п}}$ ва 1 тонна маҳсулотни эритиш учун кетган вақт t каби катталиклар билан печ токи ўртасидаги боғланиш характеристикалари **печнинг технологик ёки ишчи характеристикалари** деб юритилади (ишчи характеристикалар - $N=f(I)$; $q=f(I)$; $\eta_{\text{п}}=f(I)$; ва $t = f(I)$; - боғланишлар билан ифодаланади).

Печнинг энергетик ва ишчи характеристикаларини таълил қилиш орқалигина, барча кўрсаткичлар бўйича оптимал иш режимини белгиловчи ток қийматини белгилаш мумкин. Ушбу характеристикаларни ПЭЁП нинг алмаштириш схемаси ёрдамида назарий ҳисоблаб чиқилади (3.7-расм).

3.7. - расмда куйидаги белгилашлар амалга оширилган:

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

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

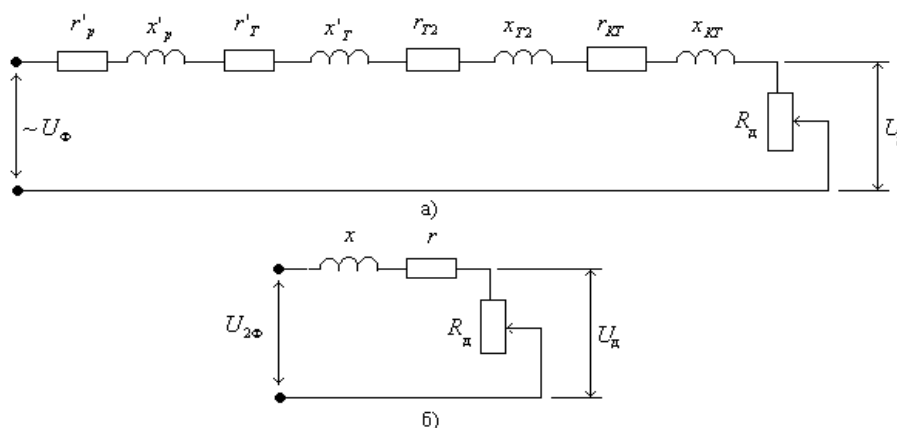
$R_{\text{а}}$ - электр ёйининг қаршилиги;

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

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

U_{Φ} - манбадаги фаза кучланиши;

$U_{\text{а}}$ - электр ёйидаги кучланиш.



3.7-расм. ПЭЁП нинг алмаштириш схемаси.

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

Алмаштириш схемасини тузишда қаршиликларни келтирилган қийматлари куйидаги тартибда аниқланади. Трансформаторнинг иккиламчи занжирига келтирилган ва ҳақиқий занжирлардаги йўқолаётган қувват бир-бирига тенг бўлишидан келиб чиқиб, мисол учун r'_1 куйидаги тенгламадан топилади:

$$I_1^2 \cdot r_1 = (I'_1)^2 r'_1 = I_2^2 \cdot r'_1 \quad (3.5)$$

дан

$$r'_1 = \left(\frac{I_1}{I_2} \right)^2 r_1 = \frac{r_1}{k^2} \quad (3.6)$$

бу ерда $k = \frac{I_2}{I_1}$ - трансформациялаш коэффициенти.

Шундай қилиб, r'_1 қийматини аниқлаш учун r_1 қийматини трансформациялаш коэффициенти квадратиға 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 (15,6 расмда тўла қаршиликлар орқали ифодаланган алмаштириш схемаси келтирилган). Қисқа туташув токининг трансформатор икиламчи чўлғамига келтирилган ($R_a = 0$) қиймати қуйидагича аниқланади:

$$I_2 = \frac{U_{2\Phi}}{\sqrt{r^2 + x^2}} \quad (3.7)$$

ПЭЁПларнинг энергетик характеристикалари қуйида келтирилган тенгламалар ёрдамида аниқланади ва уларга асосан қурилади..

$$P_{\text{исс.й}} = 3I_2^2 \cdot r \quad (3.8)$$

$$P_{\text{фойда}} = 3I_2^2 R_a = 3U_a I_2 \quad (3.9)$$

$$P_{\text{тула}} = P_{\text{фойда}} + P_{\text{исс.й}} = 3I_2^2 (R_a + r) \quad (3.10)$$

$$\eta_{\text{йе}} = \frac{P_{\text{оёёаа}}}{P_{\text{оооёа}}} \quad (3.11)$$

$$S = 3U_2 \cdot I_2 \quad (3.12)$$

$$\cos \varphi = \frac{P_{\text{тгча}}}{S} \quad (3.13)$$

ПЭЁПнинг технологик (ишчи) характеристикалари эса қуйидаги тенгламалар ёрдамида аниқланади ..

$$N_1 = \frac{P_{\text{тгча}}}{g} \quad (3.14)$$

$$g = \frac{P_{\text{тгча}}}{N_1} = \frac{P_{\text{фойда}} + P_{\text{исс.й}}}{N_1} \quad (3.15)$$

$$\eta = \eta_{\text{эл}} \cdot \eta_{\text{исс}} = \frac{N_1}{N} \quad (3.16)$$

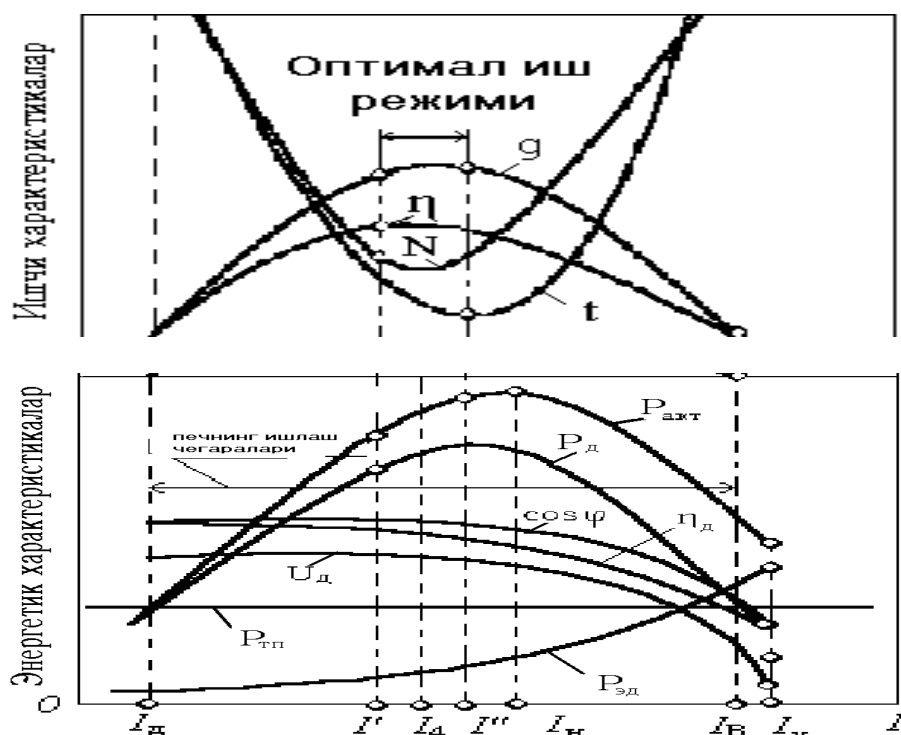
бу ерда: q - 1 соатдаги печр ишлаб чиқарувчанлиги ;

N_1 - 1 тонна пўлат ишлаб чиқиш учун сарф бўладиган электр энергиясининг назарий қиймати;

N - 1 тонна пўлат ишлаб чиқариш учун сарф бўладиган электр энергиясининг амалдаги қиймати.

3.8 - расмда печнинг энергетик ва ишчи характеристикалари келтирилган. Характеристикалар тахлили шуни кўрсатадики, токнинг ошиши билан $P_{\text{эл}}$ токнинг квадратиға пропорционал равишда ортиб боради, ёйдаги қувват $P_{\text{ёй}}$ ва актив қувват ўз қийматларининг максимумигача ортиб боради ва ундан сўнг (токнинг ортиб боришига қарамай) камайиб боради. Токнинг I' қийматида энергия сарфи ўз қийматининг минимумига, фойдали иш коэффициенти эса ўз қийматининг максимумига тенг. Шундай қилиб, токнинг I' қиймати печнинг минумум электр энергияси сарф қилиш оптимал режимини белгилайди.

Токнинг I'' қийматида ёйдаги қувват $P_{ей}$ ўз қийматининг максимумига, ишлаб чиқарувчанлик ўзининг максимум қийматига ва 1 тонна пўлат ишлаб чиқиш учун кетган вақт t ўз қийматнинг минимумига тенг.



3.8 – расм. Печнинг энергетик ва ишчи характеристикалари

Шундай қилиб, токнинг I'' қиймати печнинг максимал ишлаб чиқарувчанлик бўйича оптимал режимини белгилайди. Одатда $I'' > I'$. Печь 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 печр оптимал энергетик режимда ишлаши мақсадга мувофиқ. Агарда максимал ишлаб чиқарувчанлик талаб қилинса, унда печнинг I'' катталикидаги ток режимида ишлагани мақсадга мувофиқдир.

ПЭЁПлари электр энергияси истеъмолчиси сифатида электр таъминоти ишончлилиги бўйича иккинчи гуруҳ категория истеъмолчиси ҳисобланади. Уларнинг бирламчи қуввати катта бўлиб, 0,4-80 МВА га, қувват коэффиценти $\cos \varphi = 0,85-0,89$ (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.

Руднотермик печлар (РТП)

Руднотермик печлар (РТП) кимё саноати ва металлургиянинг асосий технологик агрегатлари ҳисобланади. Улар юқори бирламчи қувватга эга бўлиб, электр таъминоти ишончлилиги бўйича иккинчи гуруҳ категория электр истеъмолчилари ҳисобланадилар.

РТП ларда пар ёки газ, суюқ эритма ва ёмғир шаклидаги бутун қаттиқ жисм кўринишида маҳсулот олинади. Тегишли металллар оксидларини тикловчилар, яъни углерод, кремний, алюминий кабилардан фойдаланган ҳолда тиклаш йўли билан темир билан кремний, марганец, волфрам ва бошқаларнинг ферроқоришмалари (масалан, ферроволфрам, ферромolibден, феррованадий, ферротитан ва б.) олинади.

РТП лардан фойдаланиш соҳаларида, ойна маҳсулотлари печлари ва металлургия агрегатлари футеровкасини қуриш учун ишлатиладиган ва электроэритиш усулида олинган юқори ҳароратларга чидамли материаллар ишлаб чиқиш мўйим ўрин тутади.

Бунда хом ашё сифатида тупрок, циркон, кварцли кум кабилар ишлатилиб, очиқ ёй билан эритиш усулида олинадиган корунд, бакор каби юқори ҳароратларга чидамли (ўтга чидамли) материаллар юқори даражада таркибан тоза ва юқори зичликга эга. Ушбу жараёнларда электр энергиясининг сарфи $N = 1800 - 2300$ кВтсоат /тоннани ташкил этади.

РТП ларнинг асосий белгилари:

1. Шихтанинг солиштирма электр қаршилиги ҳарорат ўзгариши билан сезиларли ўзгаради (совуқ ҳолатдаги шихта ўтказувчанликга эга бўлмайди, лекин эриган ҳолатда у ионли қоришма бўлиб, қоришманинг ўтказувчанлиги ҳам ҳароратга боғлиқдир).

2. Шихтани бошқа шаклга келтириш (масалан, эриган қоришма шаклига) ҳарорати $1200 - 2200\text{K}$ га тенгдир.

3. РТП лар 1-2 йил давомидаги узлуксиз иш режимида ишлашга мўлжалланган.

4. РТП лар нисбатан сокин иш режимига (ПЭЁП ларидаги каби эксплуатацион қисқа туташувлар РТП ларда кузатилмайди) эгадирлар.

РТП ларда қайта ишлов берилаётган махсулотлар кимёвий таркибининг кўп турли ва мураккаблигига кўра, уларнинг конструкциялари ҳам кўп турлидир. Улардан қуйидаги беш асосий турдаги жараён ва печларни алоҳида қайд этиш мақсадга мувофиқдир:

1. Шлаксиз ёки кам шлакли жараён ва уларни амалга оширувчи РТП лар (ферроқоришмалар, калций карбидини олиш).

2. Кўп шлакли жараёнлар ва уларни амалга оширувчи РТП лар (фосфор ва шу кабиларни олиш).

3. Рафинация қилиш печлари.

4. Блок жараёнлар ва уларни амалга оширувчи РТП лар (электрокорунд ва ферровольфрам олиш).

5. Юқори ҳароратларга (ўтга) чидамли материаллар олиш жараёнлари ва уларни амалга оширувчи РТП лар.

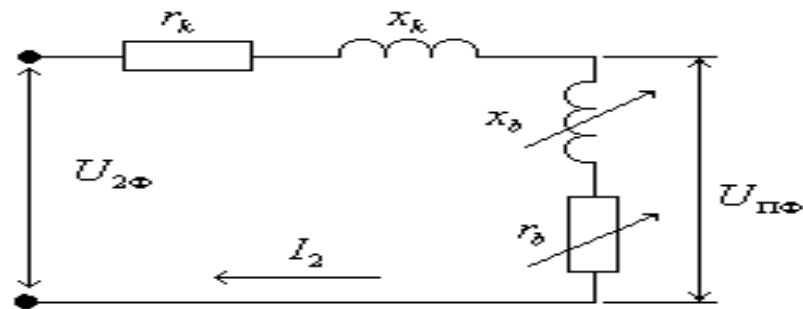
РТП ларда уч хил кўринишдаги электродлар қўлланилади, яъни кўмрдан ясалган ва диаметри $1200 - 1400$ мм бўлган электродлар; диаметри 800 мм гача бўлган графитланган электродлар ва диаметри 2000 мм ёки (3200×850) мм ўлчамдаги тўғри тўртбурчак кесим юзали ўзидан узайти-рилувчи (самоспекаюйеся) электродлар.

РТП ларнинг электр характеристикалари печнинг ишчи муҳитидаги ток тақсимооти хусусиятлари ва унга мос келувчи печр уланадиган электр манбаси схемаси хусусиятлари билан аниқланади.

Электродлар ва печр туби ўртасидаги тажриба йўли билан аниқланган печр ваннасининг қаршилиги:

$$r_b = \frac{U_{2\Phi}}{I_{2\Phi}} \quad (3.17)$$

Амалдаги РТП ларда ўтказилган ўлчовлар печр кучланиши ва токи ўртасидаги алоқа, қоидага кўра чизиқли бўлиб Ом қонунига бўйсунганини кўрсатади. Симметрик РТП курилмасининг алмаштириш схемаси 3.9 - расмда келтирилган (ПЭЁП лари мисолида келтирилган тушунтиришлар мазкур ҳолат учун ҳам ўринли).



3.9 –расм. Симметрик РТП қурилмасининг алмаштириш схемаси

r_k, x_k - печь қурилмасининг мос равишда тўла актив ва индуктив қаршиликлари.

r_b, x_b - печь ваннасининг актив ва индуктив қаршиликлари

$U_{2\Phi}$ - манбанинг фаза кучланиши

$U_{П\Phi}$ - печь ваннасидаги фаза кучланиши

Печь характеристикаларини (асосий параметрлари) ҳисоблаш учун қуйидаги тенгламалардан фойдаланилади.

$$S_{\Phi} = U_{2\Phi} \cdot I_2; P_{a,\Phi} = S_{\Phi} \cdot \cos \varphi = I_2^2 (r_k + r_b);$$

$$P_{эл.й.ф} = I_2^2 r_k; P_{печь.ф} = I_2^2 \cdot r_b = P_{a,\Phi} - P_{эл.й.ф};$$

$$\cos \varphi = \frac{P_{a,\Phi}}{S_{\Phi}} = \frac{r_k + r_b}{\sqrt{(r_k + r_b)^2 + (x_k + x_b)^2}} = \frac{I_2 (r_k + r_b)}{U_{2\Phi}};$$

$$\eta = \frac{P_{печь.ф}}{P_{a,\Phi}} = \frac{r_b}{(r_k + r_b)}$$

$$U_{П,\Phi} = I_2 \cdot \sqrt{x_k^2 + r_k^2} \approx I_2 \cdot r_b.$$

Печнинг тўлиқ қувват қийматларини топиш учун, бир фаза учун топилган қувватлар қиймати уч баробар кўпайтирилади. Печь трансформаторининг бирламчи кучланиши 6;10;35 кВ га тенг. Мисол тариқасида айрим печларнинг характеристикалари қуйида келтирилади:

1. ПКО-2,5Н2 типдаги печь учун:

$$P_{ном} = 2,5 \text{ МВ} \cdot \text{А}; I_{электрод.мах} = 13 \text{ кА}; U_2 = 178 \div 89 \text{ В}$$

2. РКЗ-72Ф-М1 типдаги печь учун:

$$P_{ном} = 72 \text{ МВ} \cdot \text{А}; (3 \times 24); I_{электрод.мах} = 92,5 \text{ кА}; U_2 = 649 \div 149 \text{ В}$$

Энг кўп миқдордаги энергия йўқолиши (60;65%) қисқа тармоққа тўғри келади. Печь қурилмасининг қувват коэффиценти $\cos \varphi$ қийматини ошириш учун автоматик бошқарилувчан конденсатор батареялари қўлланилади.

Вакуумли ёй печлари (ВЁП)

Бошқа кўринишдаги печь ёки қурилмаларда (масалан, ПЭЁП ларида) олинган металл сифатини ошириш мақсадида, маҳсулот кичик босим остида вакуум ёй печларида (ВЁП ларида) қайта эритилади ва бунинг натижасида металл таркибидаги зарарли қўшилмалар ва қоришиб кетган газлар металл таркибидан чиқариб юборилади

(маълум миқдорда тозаланади). ВЭП лари асосан юқориреакцион ʔисобланган металлар, яъни титан, ниобий, волфрам, цирконий, тантал, молибден кабилар ва шунингдек, юқори сифатли пўлатларнинг қуйма ʔмбиларини қайта ʔритиш учун ишлатилади. Печр ишчи камерасида босим 1.0 - 0.001 Па ни ташкил қилиб, замонавий ВЭП ларида вазни 50 кГ дан 60 тоннагача бўлган қуйма ʔмбилар олинади.

Печнинг асосий элементларини - ишчи камера, штокʔэлектрод-қатиргич (ʔлектродушлагич), сарфланувчи ʔлектродлар, кристаллизатор, поддон ва соленоидлар ташкил ʔтади.

Ишчи камера - ўзидан цилиндр шаклидаги сув билан совутилувчи пайвандланган конструкцияни ифода ʔтади. Унинг юқори қисмида ʔйнинг ʔниши ва ʔритиш жараʔнини кузатиб бориш учун махсус ʔритиш қурилмаси ва кузатиш дарчаси мавжуд. Масофадан туриб кузатувчилар учун ишчи зонадаги жараʔн махсус перископ ʔрдамида ʔкранга тушириб берилади. Ишчи камеранинг пастки фланецига кристаллизатор қаттирилади.

Шток - ʔлектродушлагич сарфланувчи ʔлектродни унга қатириш, ʔлектродни ҳаракатга келтириш ва ʔлектродни ток билан таъминлаш учун хизмат қилади.

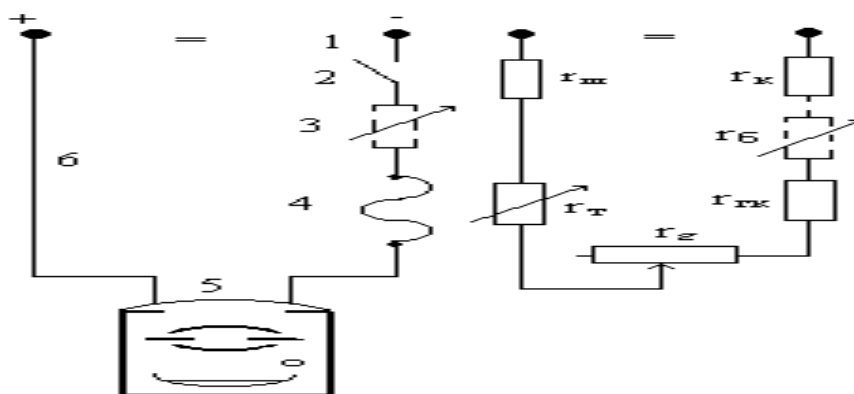
Сарфланувчи ʔлектродлар штокка пайвандлаш ʔки махсус қисқичлар билан турли усулларда қаттирилади. Шток ва ʔлектродларни ҳаракатга келтириш ʔлектр ʔки гидравлик юритма ʔрдамида амалга оширилади.

Кристаллизатор ички гилрза ва пўлатдан ясалган, магнитсиз-лантирилган (номагнит) ташки кожухдан иборат. Уларнинг орасида совуtuvчи сув учун бўшлиқ мавжуд.

Поддон кристаллизатор тубини беркитган ҳолда қисман гилрза ичигача киради. Поддоннинг асосини мисдан ясалган қатта массадаги диск ташкил ʔтиб, унинг устига сув билан совутилуvчи пўлат қатлами юритилган.

Соленоид кристаллизаторнинг ʔн қисмига ўрнатилади. У кристаллизатор билан биргаликда аксиал магнит майдони ҳосил қилади. Соленоид майдони ʔйдаги ток ва ваннадаги металдан оқаётган ток билан таъсирлашиб ʔй кучланишини ортишига олиб келади (пўлат учун 19-19,5 дан 24-25В гача), ʔй ʔнишини стабиллаштиради ва ʔйни кристаллизатор деворларига ўтиб кетишининг олдини олади.

ВЭП ларининг ʔлектр жиҳозлари. ВЭП ларнинг (куч) бош занжири таркибига қуйидагилар киради: ʔлектр ʔнергия манбаси, манбадан печгача ток тармоғи, печь конструкциясидаги ток тармоқлари, ток узатуvчи шток, ʔлектродушлагич, сарфланувчан ʔлектрод, қуйма ʔмби, кристаллизатор, вакуум камераси.



3.10-расм. ВЭП ларнинг принципаʔ ʔлектр ʔхемаси ва унинг алмаштириш ʔхемаси

3.10 - расмда: 1-шинаʔи ток ўтказгич, $r_{ш}$; 2-выключатель; 3-балласт қаршиʔиқ, $r_б$; 4-ʔгилувчан каvель, $r_{гк}$; 5-вакуум ʔй печи, $r_д$; 6- кристал-лизаторга уланувчи шинаʔи ток ўтказгич, $r_т$;

Печь куч занжирининг тўла қаршиʔиғи :

$$r=r_{ш}+r_{гк}+r_{к}+r_{т}$$

ЭЁП ларининг электр манбалари қуйидаги хусусиятларга эга:

1. Зарур бўлган иссиқлик қувватини таъминловчи, ўнлаб килоампер токнинг катталигини белгиловчи ёйнинг кичик қийматдаги қаршилиги.
2. Қувватни кенг диапазонда (1 : 8) бошқариш имконияти.
3. Печь қувватини белгиланган даражада ва юқори стабиллик билан ушлаб туриш имконияти (2 фоиздан оғмаган ҳолда).
4. Юқори ишончлилиқга эга бўлишнинг муҳимлиги, чунки печнинг кутилмаганда манбадан узилиши эритилаётган маҳсулотдан маҳрум бўлишга олиб келади.

Бугунги кунда ЭЁП ларининг манбаси сифатида ГПН - 550 типдаги машинали ўзгартиргичлар қўлланилиб келинмоқда. Унинг қуввати 645-675 кВт, номинал токи 6500 ва 14000 А, салт юриш кучланиши 85 - 40 В.

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

Агрегатларнинг биринчи тури, **бошқарилмайдиган венти́ллар асосидаги тўғрилагичлар** (мисол тариқасида ВАКП сериядагиси учун) ишлаш принципи венти́лларга кетма-кет уланган дросселлар ёрдамида токни бошқарган ҳолда

стабиллаштириш принципига асосланган. Бундай агрегатлар 12,5; 25,0; 37,5 кА токларда, 75В кучланишда ишлашга мўлжал-ланган бўлиб, ёйдаги кучланиш 25 - 35 В ва қуввати 940-2800 кВт га тенг.

Тиристорлар асосидаги тўғрилагичлар 6 ёки 10 кВ кучланишдаги манбага уланиб, трансформаторнинг бирламчи чўлғами РПН билан жиҳозланган. Номинал ток қиймати 12,5 - 50 кА ва қувват коэффиценти 0,6 га, иккиламчи кучланиш 75 - 115 В га тенг.

Параметрик ток манбалари асосан юмшоқ пасаювчан (крутопадающая) ва вертикал В.А.Х. ларда ишлаш талаб қилинганда қўлланилади. Таққослаш ва тасаввур этиш учун қуйида икки типдаги параметрик ток манбаларининг асосий параметрларини келтирамиз:

Манба типи	ПИТ – 12,5/75	ПИТ - 50/150
Асосий параметрлар:		
-номинал ток,А	- 12500	50000
- номинал тўғриланган кучланиш, В	- 75	150
- манба кучланиши, В	- 6;10	6;10
- номинал қувват, кВт	- 940	7500
- токни бошқариш диапазони, %	- 6-100	5-100
- номинал режимдаги қувват коэффиценти	- 0,96	0,91
- ф.и.к., %	- 93	96
- совитиш учун сув сарфи м³/соат	- 1,5	6,0

4. Индукцион қиздириш қурилмалари, диэлектрик қиздириш қурилмалари

Индукцион қиздириш қурилмалари (ИҚҚ) машинасозлик ва саноатнинг бошқа йўналишларда кенг қўлланилиб, асосан икки турга бўлинади :

- кесим юза бўйича **тўлиқ** индукцион қиздириш қурилмалари (ТИҚҚ);
- кесим юза бўйича юзаларини индукцион қиздириш қурилмалари (ЮИҚҚ)

ТИҚҚ лар деталларга пластик ишлов (штампллаш, прессллаш, прокатка қилиш кабилар) беришдан олдин амалга оширилувчи иссиқлик ишлови бериш учун мўлжалланган.

Деталларга тўлиқ иссиқлик ишлови бериш учун қуйидаги шарт бажарилиши талаб қилинади:

$$\frac{r_0 \cdot \sqrt{2}}{\delta_{3,исс}} = 3 \div 5 \quad (3.18)$$

бу ерда: r_0 - қиздирилаётган деталь радиуси ;

$\delta_{3,исс}$ - қиздирилаётган металлга токнинг сизиб кириш чуқурлиги.

Пўлат деталларга тўлиқ индукцион иссиқлик ишлови бериш учун манбанинг ток частотаси қуйидаги тенгламага кўра танланади.

$$f = \frac{3 \cdot 10^4}{d_0^2} \quad [\text{Гц}] \quad (3.19)$$

бу ерда d_0 - қиздирилаётган деталь диаметри [см].

Ишлов берилаётган деталларнинг геометрик ўлчовидан ва материалидан келиб чиқиб, ИҚҚ лар 50 - 10000 Гц частотали манбалардан истеъмолланадилар.

Ишлаш принципага кўра ТИҚҚ лар даврий режим ва узлуксиз режим ИҚҚ ларига бўлинади.

Даврий режим ТИҚҚ ларида фақат битта деталга ёки унинг маълум қисмига иссиқлик ишлови берилади.

Узлуксиз режим ТИҚҚ ларида эса индуктор магнит майдонига киритилган бир нечта деталларга бир пайтнинг ўзида иссиқлик ишлови беради.

Бундай қурилмаларнинг индукторлари деталларнинг формаси ва ўлчамларига боғлиқ бўлиб, шаклан айлана (доира), овал, квадрат ёки тўғри тўртбурчак формасидаги конструкцияга эга бўлади.

ТИҚҚ ларнинг ишлаш принципи юза эффекти ва яқинлик эффектларига асосланган. Бундай қурилмалар деталларга термокимёвий ишлов беришдан (тоблалаш, цементлаш, азотлаш каби) олдин иссиқлик ишлови бериш учун мўлжалланган.

ИҚҚ қурилманинг манбадан истеъмол қилаётган актив қуввати:

$$P_a = \frac{P_{\text{ПОЛ}}}{\eta_c} = \frac{P_{\text{ПОЛ}}}{\eta_U \cdot \eta_{KB} \cdot \eta_{\Lambda} \cdot \eta_{UL}} \quad [\text{кВт}] \quad (3.20)$$

бу ерда: $P_{\text{ПОЛ}}$ - детални қиздириш учун сарф этилувчи қувват (кВт)

$\eta_U \cdot \eta_{KB} \cdot \eta_{\Lambda} \cdot \eta_{UL}$ - мос равишда индуктор, конденсатор батареяси, тармоқ ва манбанинг фойдали иш коэффициентлари.

Ўз ўрнида

$$P_{\text{ПОЛ}} = \frac{C_p (t_K - t_0) g \cdot n}{\tau} \quad [\text{кВт}] \quad (3.21)$$

бу ерда:

C_p - ҳарорат фарқи $t_0 - t_K$ (Дж/кГК) бўлган ҳолат учун иссиқлик сиёмининг ўртача интеграл қиймати :

t_0, t_K - мос равишда деталнинг бошланғич ва белгиланган ҳарорати, К:

g - битта деталр массаси, кГ:

n - индуктор ҳосил қилган магнит майдонида бир пайтнинг ўзида қиздирилаётган деталлар сони :

τ - қиздириш учун кетган вақт, сек .

Детални белгиланган қалинликда (чуқурликда) қиздириш учун зарур оптимал частота:

$$f_{\text{опт}} = \frac{\rho}{(\pi\mu \cdot \delta_3^2)} \quad [\text{Гц}] \quad (3.22)$$

бу ерда:

ρ - деталь материалининг солиштирма электр қаршилиги (Ом.м);

μ - магнит сингдирувчанлик.

ЮИҚҚ лар учун ($\mu=1$) оптимал частота :

$$f_{\text{опт}} = 4\delta_3^2 \quad [\text{Гц}] \quad (3.23)$$

Шунингдек, цилиндр ёки текис деталларни қиздиришда :

$$f_{\text{опт}} \approx \frac{0,5 \cdot 10^5}{d_3^2} \quad [\text{Гц}] \quad (3.24)$$

Мураккаб формадаги пўлат деталларни қиздиришда :

$$f_{\text{опт}} \approx \frac{5 \cdot 10^5}{d_3^2} \quad [\text{Гц}] \quad (3.25)$$

Ёки қиздирилатган деталр диаметрига кўра :

$$f_{\text{опт}} \approx \frac{2 \cdot 10^5}{d_m^2} \quad [\text{Гц}] \quad (3.26)$$

бу ерда: d_m - қиздирилатган деталр диаметри .

Генераторнинг қуввати :

$$P_{\text{ген}} = P_0 F_m \quad [\text{кВт}] \quad (3.27)$$

бу ерда: P_0 - солиштирма қувват, [кВт/см²], частота ва деталь диаметрлари қийматидан келиб чиқиб 0,5 дан 3,0 кВт/см² миқдорида тавсия этилади.

F_m - қиздирилатган юза, [см²]

Диэлектрик қиздириш қурилмалари

Диэлектрик қиздириш қурилмаларининг (ДҚҚ) ишлаш принципи ўзгарувчан электр майдонига киритилган диэлектрик материаллар ва ярим ўтказгичлардан ўтаётган электр токининг таъсирига асосланган.

Технологик белгиларига кўра юкори частотадаги диэлектрик иссиқлик ишлови берувчи қурилмалар **уч кўринишда** бўлади.

Биринчи кўриниш ДҚҚ лар бир жинсли электр майдонида тезкор иссиқлик ишлови беришни талаб қилувчи жуда катта ўлчамдаги маҳсулотларни қиздиришга мўлжалланган бўлиб, уларда жун ёки пахта матоларини, целлюлоза ва дарахт маҳсулотларини қуритиш, катта ўлчамдаги электр изоляторлари ва фосфор маҳсулотларига иссиқлик ишлови бериш, пластмасса ва полимер плёнкаларни пайвандлаш каби жараёнлар амалга оширилади.

Иккинчи кўриниш ДҚҚ лар узун ясси маҳсулотларга иссиқлик ишлови бериш учун мўлжалланган бўлиб, уларда пахта толаларини, матога туширилган расмлар (шакллар) ни, қоғоз, фотоплёнка, кимёвий ва фармацевтик препаратларни қуритиш, елимларни полимерлаш, каучукни қиздириш ва бошқа шу каби жараёнларни амалга ошириш учун мўлжалланган.

Учинчи кўриниш ДҚҚ ларда бир жинсли ва тез қиздиришни талаб қилмайдиган жараёнлар амалга оширилади, булар маҳсулотларни муздан тушириш, озик-овқатни иситиш ёки уни тез тайёрлаш, оддий керамик маҳсулотларга иссиқлик ишлови бериш, чой барги ёки маълум мева маҳсулотларини қуритиш кабилардир.

ДҚҚ ларида иссиқлик ишлови берилаётган маҳсулот юқори частотали тебраниш контурига уланган ишчи конденсатор пластиналари орасига ўрнатилади. ДҚҚ лар частотаси 0,5 - 300 Гц га тенг бўлган лампали генераторлар орқали электр энергияси манбасига уланади. Бунда иссиқлик ишлови бериш қиздирилаётган маҳсулотда ҳосил бўлаётган **силжиш токи ва ўтказувчанлик токи**, шунингдек, маҳсулотдаги **диэлектрик йўқолиш** ҳисобига амалга оширилади.

Диэлектрикли конденсатордан ўтаётган ток, унинг икки ташкил этувчиси, яъни силжиш токи $I_{CM} = j\omega C \cdot U$ ва ўтказувчанлик токи $I_{\pi} = gU$ йиғиндисидан иборат бўлади:

$$I = I_{CM} + I_{\pi} = (j\omega C + g)U \quad [A] \quad (3.28)$$

Ўтказувчанлик токининг силжиш токига нисбати, диэлектрикдаги йўқолиш коэффициентини аниқлайди:

$$tg\delta = \frac{I_{\pi}}{I_{CM}} \quad (3.29)$$

Ушбу коэффициент диэлектрикнинг жинси, унинг физик ҳолати (намлиги ва ҳарорати), шунингдек майдон частотасига боғлиқ.

Диэлектрикда энергия йўқолиши миқдори:

$$P_a = \omega \cdot C \cdot tg\delta \cdot U^2 \quad [Вт] \quad (3.30)$$

бу ерда :

U - конденсатор пластиналари орасидаги кучланиш, [В];

ω - токнинг айланма частотаси, $\omega = 2 \pi f$, [$1/Сек$];

C - конденсатор пластиналари ўртасидаги сиғим, [ф];

Ясси, кўп қатламли конденсатор сиғими :

$$C = \frac{E_g \cdot E_0 \cdot b \cdot l}{a} \quad [ф] \quad (3.31)$$

бу ерда:

b - электроднинг эни, [см]

a - конденсатор пластиналари ўртасидаги изолятор қалинлиги, [см];

l - конденсатор узунлиги, [см];

E_0 - электрик доимий; $E_0 = 8,8510^{-14}$ ф/см,

E_d - нисбий диэлектрик сингдирувчанлик.

Диэлектрикнинг ҳажм бирлигида ажралган қувват миқдори:

$$P_0 = \frac{P_a}{V_a} = \frac{\omega \cdot C \cdot tg\delta \cdot U^2}{V_a} = \frac{\omega \cdot C_0 \cdot tg\delta \cdot U^2}{a}, \quad [Вт/см^3] \quad (3.32)$$

Ушбу тенгламада $C_0 = C/(b \cdot l)$ ва ясси конденсатор учун $E = U/a$ ни ҳисобга олсак:

$$P_0 = 5,55 \cdot E \cdot f \cdot tg\delta \cdot E_2 \cdot 10^{-7} \quad [Вт/см^3] \quad (3.33)$$

бу ерда E - электр майдон кучланганлиги, [кВ/см].

Маҳсулотни қиздириш учун талаб қилинадиган қувват миқдори:

$$W = 4,17 \cdot G \cdot C \frac{(t_2 - t_1)}{\tau} \text{ [кВт]} \quad (3.34)$$

бу ерда:

G - маҳсулотнинг оғирлиги, [кг];

C - солиштирма иссиқлик сиғими, [ккал/кгград];

$(t_2 - t_1)$ - , белгиланган ва бошланғич ҳароратлар ўртасидаги фарқ, [°C];

τ - қиздириш учун кетган вақт.

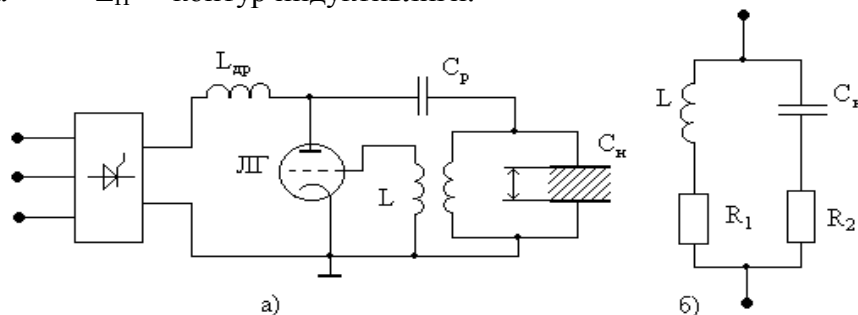
Эквивалент схемасидаги R_1 - металл, индуктив ғалтак ва элементларни туташтирувчи ўтказгичларнинг актив қаршилиги. Контурнинг тўла актив қаршилиги:

$$R_k = R_1 + R_H \quad (3.35)$$

Агар, $R_k \ll 2 \sqrt{L_H / C_H}$ бўлса, унда резонансдаги эквивалент қаршилиқ:

$$R_3 = \frac{L_H}{C_H \cdot R_H} \quad (3.36)$$

бу ерда L_H - контур индуктивлиги.



3.11-расм. Диэлектрик қиздириш учун белгиланган юқори частотали, триод асосидаги генераторнинг принципиал схемаси а, ва унинг эквивалент схемаси б.

Агар, $R_k \ll 2 \sqrt{L_H / C_H}$ бўлса, унда резонансдаги эквивалент қаршилиқ:

$$R_3 = \frac{L_H}{C_H \cdot R_H} \quad (3.36)$$

бу ерда L_H - контур индуктивлиги.

Бунда генератор частотаси:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_H \cdot C_H}} \quad (3.37)$$

Қиздириш жараёнида R_H ва C_H қийматлари ўзгариб бориши муносабати билан контурнинг эквивалент актив қаршилиги ва демак генераторнинг иш режими ўзгариб боради. R_H қийматининг ўзгариши кўпроқ R_3 қийматини ўзгаришига сабаб бўлса, C_H қийматининг ўзгариши R_3 ва f қийматларининг ўзгаришига сабаб бўлади.

Назорат саволлари:

1. *Электр ёйи тўғрисидаги қатор физик тушунчалар қачон ва ким томонидан ёритиб берилган?*
2. *Электр ёйнинг асосий хусусиятлари нималардан иборат?*
3. *Электр токининг турига кўра электр ёйи қандай гуруҳларга бўлинади?*
4. *ПЭЁП нинг электр таъминоти бош занжирининг схемасини чизиб беринг.*

ЭЛЕКТР ЁЙ БИЛАН ПАЙВАНДЛАШ ҚУРИЛМАЛАРИ РЕЖА:

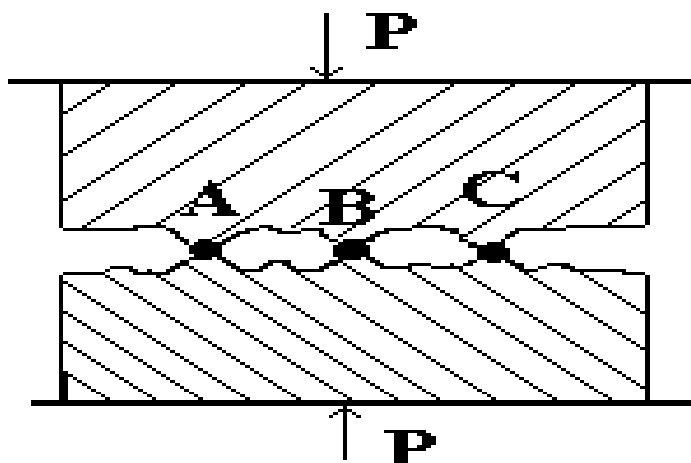
1. Пайвандлаш турлари
2. Электр ёй пайвандлаш қурилмаларининг энергия манбаларига талаблар, пайвандлаш жиҳозларининг иш режимлари
3. Ўзгармас ва ўзгарувчан ток пайвандлаш агрегатлари
4. Контактли пайвандлаш машина ва қурилмалари

Таянч сўз ва иборалар

Пайвандлаш, пластик пайвандлаш, эритиш билан пайвандлаш усули, Қаттиқ характеристика, такрорланувчан - қисқа муддатли режим, кўп постли ва бир постли генераторлар, Контактли пайвандлаш, қаршилик усулида пайвандлаш.

1. Пайвандлаш турлари

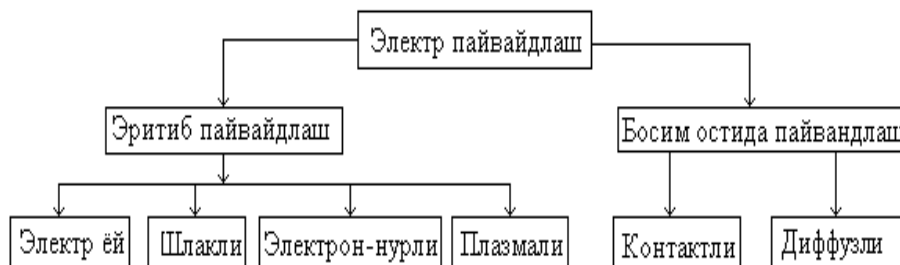
Пайвандлаш деб, таркиб жиҳатидан бирликни ҳосил қилишни таъминловчи ажралмас туташтириш усулига айтилади. Пайвандлашда туташтирилаётган юзалар эриш ҳароратигача қиздирилади. Бунда “хамирсимон” даражагача келтирилган металл атомлари катта ҳаракатланувчанликка келиб, I ва II металл юзаларни туташтириш орқали ҳосил қилинган нуқталар А, В, ва С ларда умумий кристаллар ҳосил қилади



(расмга қаранг). Агар ушбу юзаларга ташқи P куч билан таъсир этилса, бундай нуқталар сони кўпаяди. Бундай усулда металл юзаларини туташтириш усули **пластик пайвандлаш** деб юритилади. Бундай усулда ҳосил қилинган туташманинг мустаҳкамлиги жуда кичик бўлиб, қатор камчиликка эга, шунинг учун XX - аср бошларигача металл юзаларини “**заклёпкалаш**” усулида туташтириб келинган. Техника ривожини борган сари мустаҳкам туташмалар ҳосил қилишни талаб этиши оқибатида пайванд-лашнинг янги усуллари ишлаб чиқилган. Бундайлардан бири 1882 йилда рус физик - муҳандиси В.В. Бенардос томонидан ишлаб чиқилган **эритиш билан пайвандлаш** усулидир. Бунда ишлатилаётган энергия турига кўра пайвандлаш усуллари асосан икки гуруҳга, яъни кимёвий ва электр пайвандлаш усулларига бўлинади. Электр пайвандлаш эса ўз навбатида қуйидагича классификация қилинади:

Электр пайвандлаш усулларида **электр ёй пайвандлаш ва контактли (қаршилик) усулида** пайвандлаш энг кенг тарқалгандир.

Металл электрод ёрдамида пайвандлаш 1888 йилда Н.Г. Славянов томонидан таклиф этилган бўлиб, у пайвандлаш жараёни учун махсус пайвандлаш генератори ва ёрдамчи жиҳозларни ишлаб чиққан.

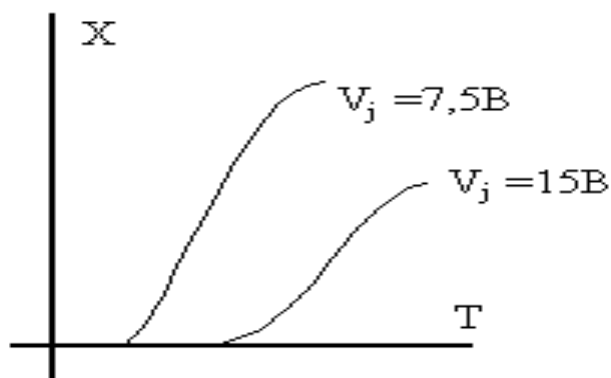


XIX асрнинг охирларига келиб бутун дунёда 100 га яқин пайвандлаш қурилмалари бўлиб, улардан таъминан 10 таси Россияга тўғри келган. 1924 йилга келиб, Санкт-Петербург “Электрик” заводида пайвандлаш машиналари ва қурилмаларини ишлаб чиқиш йўлга қўйилган. 1940 йилда собиқ Иттифокда 65 мингга яқин пайвандлаш машиналари ишлаб чиқилган, металл электродлар сарфи 100000 тоннани ташкил қилган, пайвандлаш орқали бунёд этилган конструкциялар 4 млн тоннани ташкил қилган.

2. Электр ёй пайвандлаш қурилмаларининг энергия манбаларига талаблар, пайвандлаш жиҳозларининг иш режимлари

Электр пайвандлаш усулларидан энг кўп тарқалган усул электр ёй пайвандлаш усули ҳисобланади.

Электр ёй разряди учун иссиқлик ионизацияси муҳим роль ўйнаб, у ионизациялаш потенциали катталиги V_j билан характерланади.



4.1 - расмда $X = f(T)$ боғланиш графиги келтирилган

бу ерда X – газларнинг ионизацияланиш даражаси, T - абсолют ҳарорат. Марганец, магний, темир ва кремнийлар учун $V_j=7,3В$ ни ва водород, кислород, азот, аргон газлари учун $V_j=15В$ ни ташкил этади. V_j катта-лигини турли қоришма ҳосил қилган ҳолда ўзгартириш мумкин. Мисол учун $V_j=4,33В$ бўлган 5 % калий пари ва $V_j=7,3В$ бўлган 95 % темир паридан иборат қоришманинг эффектив V_j катталиги калийнинг ионизациялаш потенциали қийматига яқиндир. Нормал босимда ёнаётган электр ёйи устунидаги абсолют ҳарорати:

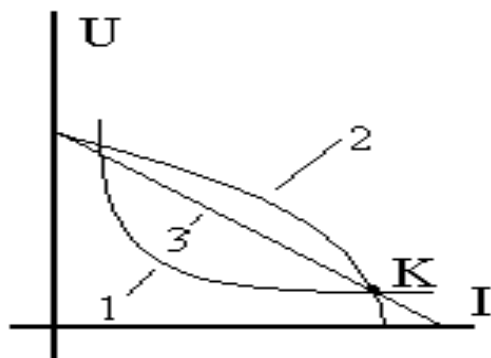
$$T=810 \cdot V_j$$

Одатдаги электр пайвандлаш ёй устунида $V_j=5 \div 10 В$ га тенг бўлган металл парлари мавжудлиги инобатга олинса, пайвандлаш ёйидаги ҳарорат 5000 - 8000 К ни ташкил қилиши эҳтимолдан йироқ эмас.

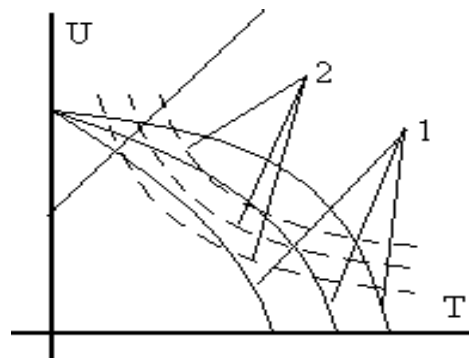
Пайвандлаш қурилмалари ток манбаларининг асосий характеристикаси унинг **ташқи характеристикаси** бўлиб, ушбу характеристика ўзидан манба кучланиши билан юкламадаги ток ўртасидаги боғланишни ифодалайди. Ўз ўрнида пайвандлаш ёйи ўзидан юкламани ифодалаб, ёй кучланиши билан пайвандлаш токи ўртасидаги боғланиш - **статик характеристикаси** билан характерланади.

Қаттиқ характеристика (1) га эга бўлган ёй ток манбасининг ташқи характеристика (2,3) лари 4.2 - расмда келтирилган.

Қаттиқ статик характеристика (1) га эга бўлган қўл электр ёй пайвандлаш қурилмаси манбасининг ташқи характеристикаси (2) юмшоқ пасаювчан бўлиши лозим. Ташқи характеристиканинг ишчи зонасидан характеристиканинг **крутизнаси(қиялиги)** қанча катта бўлса (К нуктаси) ёй узунлигининг анча-мунча ўзгариши оқибатидаги токнинг ўзгариши шунча кам бўлади.



4.2. расм.



4.3.расм

Умуман электр ёй пайвандлаш қурилмаларининг ток манбаларига қуйидаги талаблар қўйилади:

1. Манба ташқи характеристикаси ва ёй статик характеристикасининг бир - бирига тўғри келиши.

2. Салт юриш кучланиши ёйни ёндириш кучланишидан катта бўлиши керак ($U_{с.ю.} > U_{ё.ё.}$). Металл электрод билан доимий токда пайвандлашда $U_{ё.ё.} = 30 - 40$ В, қўмир электродлар учун $U_{ё.ё.} = 45 - 55$ В. Ўзгарувчан токда пайвандлашда эса $U_{ё.ё.} = 50 - 60$ В.

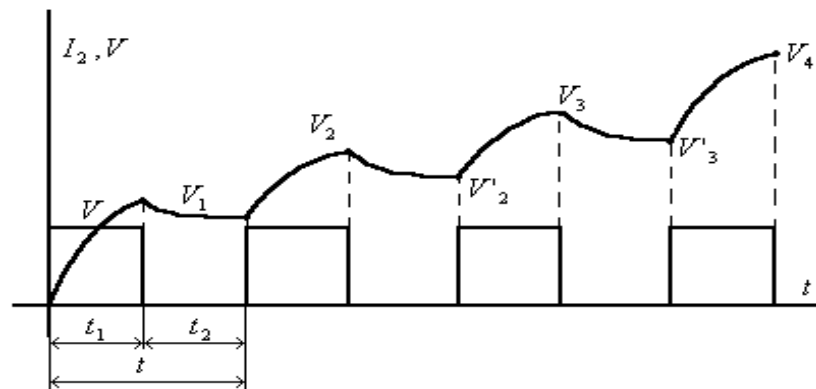
3. Ток манбаси, пайвандлаш токини бошқариш имкониятини бериши керак.

4. Пайвандлаш ток манбаси қатор ташқи характеристика олиш имкониятига эга бўлиши зарур. Бунда талаб қилинган пайвандлаш токини олиш учун, ёй узунлигини ўзгартириш орқали у ёки бу ташқи характеристика (1) да ишлаш имконияти бўлади.

5. Ёй узилган ҳолатларда кучланиш тезлик билан салт юриш кучланишигача тикланиши ва қисқа туташув ҳолатларида эса кучланиш кескин нольгача камайиши шарт. Кучланишнинг ноль қийматидан ёй кучланиши қийматига эришиш учун кетган вақт 0.03 секунддан ошмаслиги керак.

Пайвандлаш қурилмалари ўзларининг специфик юкламанинг **такрорланувчан - қисқа муддатли режими** билан характерланадилар. Бунда ёйни максимал ёниш вақти битта электроднинг тўлиқ ёниши учун кетган вақтга тенг деб ва иш жараёнидаги минимал танаффус вақти - электродни алмаштириш ва ёйни қайта ёндиришга сарф бўлган ҳамда пайвандланаётган маҳсулотни жилдириш, пайвандловчининг бир ердан иккинчи ерга кўчишига сарф бўлган вақтларга тенг деб қабул қилинади.

Пайвандлаш қурилмасининг такрорланувчан - қисқа муддатли иш режими, юклама токини истеъмол қилиш вақти билангина эмас, балки уланган ҳолат давомийлиги t_1 ва танаффус вақти t_2 лар билан ҳам характерланади. (1.4.3-расм). $\frac{t_1}{t_1 + t_2}$ нисбати % ларда ифодаланиб,



4.4 -расм

такрорланувчан - қисқа муддатли режим давомийлиги ПР ёки уланиш давомийлиги ПВ деб аталади.

Агар қурилма паспортида ток 250А га ва ПВ = 50 % га тенг деб берилган бўлса, бу ёзув, $t_1 / (t_1 + t_2)$ нисбат 0,5 дан катта бўлмагандагина ишлаш мумкинлигини кўрсатади.

Даврнинг умумий давомийлиги t_{Σ} - ихтиёрий қийматга эга бўла олмайди, чунки қурилма ғалтакларининг ҳароратига t_1 вақтнинг абсолют қиймати таъсир кўрсатади.

Бир постли одатдаги ёй билан пайвандлаш қурилмасининг номинал режими деб, $t_{\Sigma} = 5$ мин ва ПР = 60, 65% бўлган режим ҳисобланади.

Кўп постли қурилмалар манбалари ПР = 100% ли режимга ҳисобланиб лойиҳаланади.

Автоматик ёй пайвандлаш қурилмалари манбалари ПР = 50 ва 60% га ҳисобланган (бунда $t_{\Sigma} = 10$ мин).

Манбалар - ўзгармас ток ва ўзгарувчан ток манбаларига, бир постли ва кўп постли манбаларга ва конструкциясига кўра стационар ва ҳаракатга келтирилиувчан манбаларга бўлинади.

3. Ўзгармас ва ўзгарувчан ток пайвандлаш агрегатлари

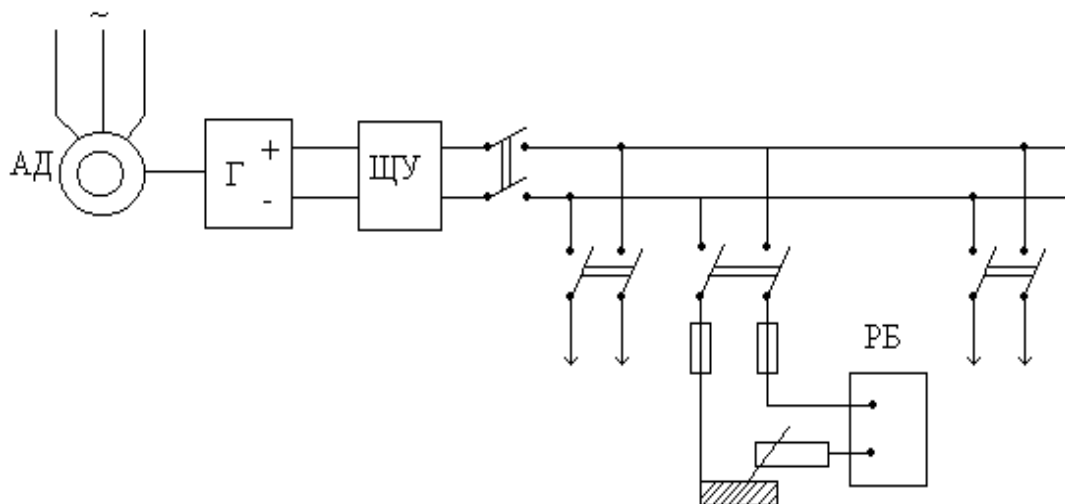
Кўп постли ўзгармас ток пайвандлаш агрегатлари

Белгиланишига кўра ўзгармас ток генераторлари кўп постли ва бир постли генераторларга бўлинади. Кўп постли генераторлар қаттиқ ташқи характеристикада ишлашлари учун аралаш қўзғатиш чўлғамига эга бўладилар.

Алоҳида пайвандлаш пости кўп постли генераторга, ортиб кетиши мумкин бўлган кучланишни бартараф этиш учун белгиланган балласт реостати орқали уланади (бундан ташқари балласт реостати орқали улаш оқибатида ёйнинг барқарор ёниши ҳам таъминланади). Кўп постли пайвандлаш қурилмасининг уланиш схемасини қуйидагича тасвирлаш мумкин. (1.4.6-расм).

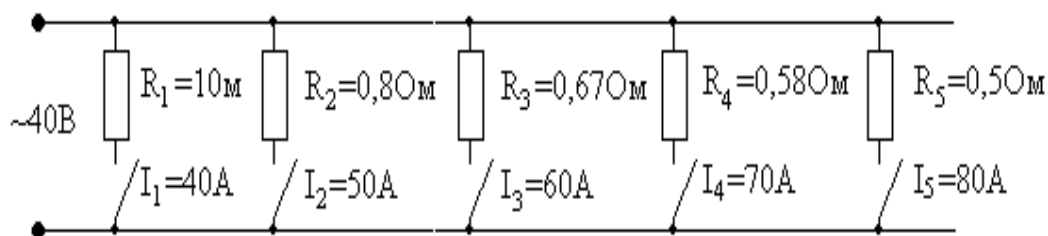
Номинал ток 200, 250, 350 А бўлганда балласт қаршиликдаги (РБ) токни бошқариш чегаралари мос равишда 50-200 А; 80-250 А ва 100 - 300 А бўлиши ва ҳар бир бошқариш босқичида токни 10 - 15 А га 5% аниқликда ўзгартириш керак.

Агар генератор кучланиши 60 В, ёйдаги кучланиш 20 В га тенг бўлса ва пайвандлаш металл электродлар ёрдамида амалга оширилса, РБ 40 В кучланишга танланади.



4.6-расм

Ток кучи 40 дан 260 А гача бўлган ва 5 та параллел секцияга эга бўлган балласт реостат (РБ) схемаси 4.6 - расмда келтирилган:



4.7-расм

Мисол тарикасида кўрсак, ПСМ - 1000 типидagi ўзгартиргичга бир пайтнинг ўзида пайвандлаш токи 200 А бўлган 9 та постни ёки пайвандлаш токи 300 А бўлган 6 та постни улаш мумкин. Ушбу ўзгартиргич бир корпусли бўлиб, битта умумий ўқ билан бирлаштирилган, қуввати 60 кВт, номинал токи 1000 А бўлган СГ - 1000 типидagi генератор ва қуввати 75 кВт, айланиш тезлиги 1450 айл/мин бўлган асинхрон двигателр АД лардан иборат. Генератор параллель ва кетма-кет чулғамларидан иборат аралаш кўзғатиш чулғамига эга.

Кўп постли пайвандлаш қурилмалари, қурилманинг ва фойдали қувват бирлигига нисбатан сарфларнинг арзонлиги, ишлаб чиқариш майдонини кам эгаллаши, ишлатишда ишончлилиги каби афзалликларга эга бўлиб, қуйидаги камчиликлардан ҳоли эмас: энергиянинг балласт реостатда сезиларли йўқолиши, стационар ўрнатилган пайвандлаш қурилмаларидан ҳаракатда фойдалана олиш имконияти чекланганлиги кабилардир.

Бир постли пайвандлаш генераторлари

Кўп постли генераторлардан ўзининг ташқи характеристикаси ва конструкцияси билан фарқ қилади. Бир постли генераторларда балласт реостатлардан фойдаланилмаслиги сабабли, улар юмшоқ пасаювчан (крутопадаю́ая) характеристикага эга.

Энг оддий бир постли пайвандлаш генератори ўзидан якорт чулғамига кетма-кет уланган магнитсизлантириш чулғамига эга генераторни ифодалайди. (1.4.8. - расм).

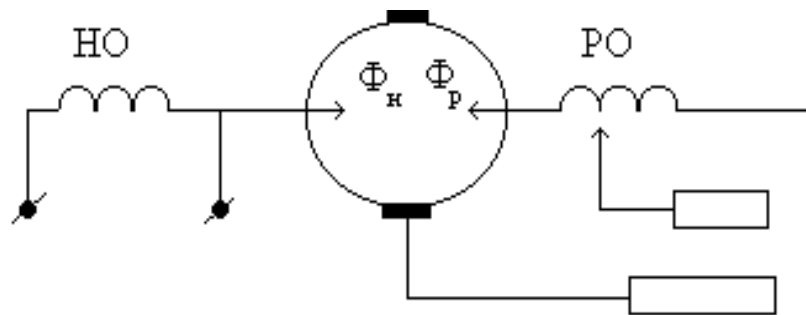
Расмда :

НО - мустақил кўзғатиш чулғами;

РО - магнитсизлантириш чулғами;

Φ_n - НО чулғами оқими

Φ_{po-RO} чулғами оқими

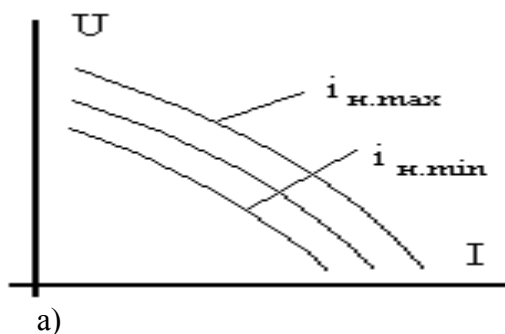


4.8-расм

Φ_H ва Φ_P оқимлари бир бирига қарама - қарши йўналган. Салт юришда $\Phi_P = 0$ ва $U_o = c \cdot \Phi_H$. Юклама режимида ёй кучланиши:

$$U_d = C(\Phi_H - \Phi_P) - IR_r$$

Φ_P оқими юклама токига пропорционал бўлганлиги сабабли юклама токининг ортиши Φ_P оқимининг ортишига олиб келади ва юмшоқ пасаювчи ташқи характеристикада ишлашни таъминлайди. Салт юриш кучланишини қўзғатиш чўлғами занжиридаги реостат ёрдамида ростланади, қисқа туташув токини эса (мос равишда пайвандлаш токини) магнитсизлантириш чўлғами РО нинг ўрамлар сонини ўзгартириш орқали ростланади.



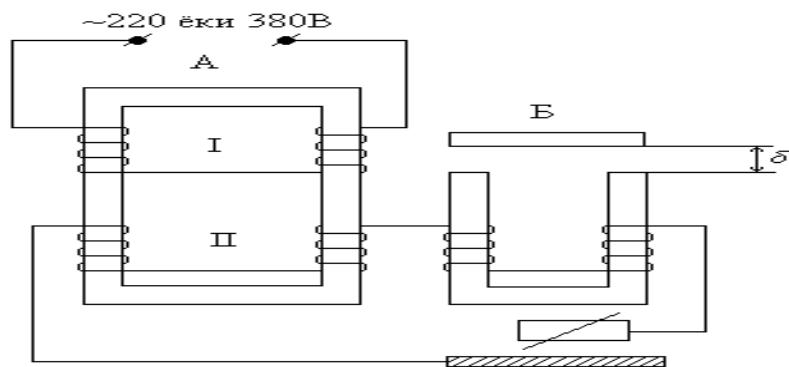
4.9 - расм

4.9-расмда бир постли генераторнинг ташқи характеристикалари келтирилган, жумладан 4.9 а - расмда мустақил қўзғатиш чўлғамининг турли токлари учун олинган характеристикалар, 4.9,б-расмда эса магнитсиз-лантириш чўлғамининг турли ўрамлар сонидан олинган характеристикалар кўрсатилган.

ЎЗГАРУВЧАН ТОК ПАЙВАНДЛАШ АГРЕГАТЛАРИ

Техник - иқтисодий кўрсаткичларни ва талаб қилинган пайвандлаш сифатини таъминлаган ҳолларда ўзгарувчан токда пайвандлаш ўзгармас ток агрегатларида пайвандлашга нисбатан қуйидаги афзалликларга эга:

1. Ўзгарувчан ток пайвандлаш агрегатлари тўғридан тўғри манбага уланишлари муносабати билан, пайвандлаш токи манбасининг нисбатан арзонлиги ва шунингдек, пайвандланаётган маҳсулот бирлигига кўра амортизация сарфларининг кичиклиги.
2. Қурилманинг содда тузилиши, юқори даражадаги ишончлилик ва таъмирлаш ҳамда хизмат кўрсатиш эксплуатацион сарфларнинг кичиклиги.



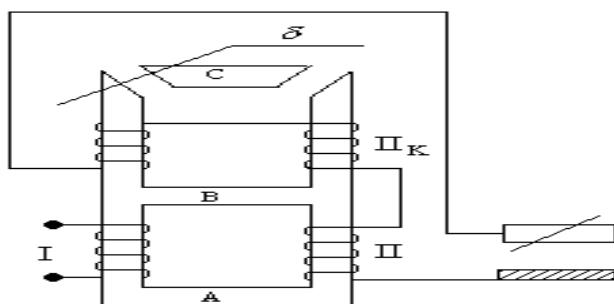
4.10 -расм

3. Пайванланаётган махсулот бирлигига сарф бўлаётган электр энергияси миқдорининг кичиклиги. Ўзгарувчан ток билан пайвандлашда манба сифатида кучланиши 220 ёки 380 В бўлган махсус пайвандлаш трансформаторлардан фойдаланилади. Улар тузилишига кўра икки кўринишда ижро этилади.:

- 1) нормал магнит тарқалишни таъминловчи;
- 2) юқори магнит тарқалишини таъминловчи.

4.10-расмда келтирилган а л о х и д а дросселли пайвандлаш трансформаторлари ҳозирги кунда чиқарилмаганига қарамай фойдаланишда кўплаб СТЭ-22; СТЭ-23; СТЭ-32; СТЭ-34; серияли 250;300;450;500 А пайвандлаш токига эга трансформаторлардан фойдаланилмоқда (ПР = 60 %).

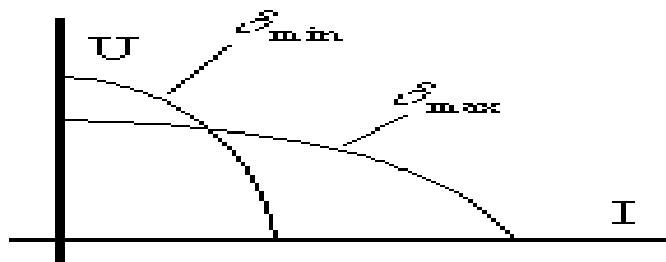
Бундай трансформаторларда пайвандлаш токининг миқдори дросселдаги мавжуд ҳаво бўшлиғи δ ни ўзгартириш орқали амалга оширилади, бунда максимал пайвандлаш токи (зазор) δ нинг энг катта қийматига тўғри келади.



4.11 - расм.

4.11 - расмда СТН типдаги пайвандлаш трансформатори (Никитин трансформатори деб юритилади) кўрсатилган бўлиб, унда иккиламчи чульам II дан ташқари умумий магнит ўтказичга қўшимча реактив чульам Π_k жойлаштирилган. Трансформаторнинг иккиламчи кучланиши II ва Π_k чульамлар э.ю.к. ларининг йиғиндиси билан аниқланади. Пайвандлаш токи ҳаво бўшлиғи δ ни ўзгартириш билан амалга оширилади. Катта ток олиш учун (зазор) δ ни катталаштириш талаб қилинади.

Саонатда ПР = 65% бўлган СТН - 500, СТН - 700 трансформаторлари кенг қўламда қўлланилмоқда. Уларнинг пайвандлаш токи мос равишда 500 ва 700 А га тенг, манба кучланиши 220 ёки 380 В га тенг.



4.12-расм

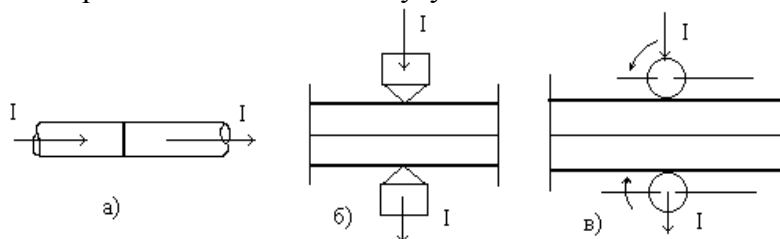
Трансформаторларни катта тоқларга ростлашда улар кичик миқдордаги салт юриш кучланишига эга, кичик тоқларда эса салт юриш кучланиши қиймати катталаштирилади

(1.4.12-расм). Бундай тизимда бошқариш мақсадга мувофиқдир, чунки ёй муҳитининг сезиларли деионизацияси туфайли пасайган пайвандлаш токида ёйнинг барқарор ёнишини таъминлаш учун ёйни ёқиш кучланишининг катта қийматига эга бўлиши мақсадга мувофиқдир.

4. КОНТАКТЛИ ПАЙВАНДЛАШ МАШИНА ВА ҚУРИЛМАЛАРИ

Босим остида пайвандлашнинг кўплаб турлари мавжуд бўлиб, саноатда **контактли усулда** (қаршилик усули деб ҳам аталади) пайвандлаш кенг тарқалган.

Контактли пайвандлаш ёки **қаршилик усулида** пайвандлаш деб пайвандланаётган деталлардан ток оқиб ўтиши оқибатида деталларнинг туташ юзаларида иссиқлик ажралиб чиқиши ва юзаларни юқори ҳароратларгача қиздириш (эритиш) оқибатида амалга ошириладиган пайвандлаш усулига айтилади.



4.13 - расм

Контактли пайвандлаш усули 3 турда амалга оширилади.

- чокли пайвандлаш (1.4.13,а - расм)
- нуқтали пайвандлаш (1.4.13,б - расм)
- роликли пайвандлаш (1.4.13,в- расм)

Контактли пайвандлашни умумий ҳолда ўзгармас ва ўзгарувчан тоқларда амалга ошириш мумкин. Лекин, кучланиши бор - йўғи бир неча вольт, ток кучи минглаб ва ўн минглаб амперга эга бўлган тўғрилагичлардан фойдаланиш анча мураккаблиги сабабли, контактли пайвандлаш усули амалда фақат ўзгарувчан тоқдан фойдаланган ҳолда амалга оширилади.

Пайвандланаётган юзалар туташмасидаги контакт (контактлар) нинг ўтиш қаршилиги қуйидаги эмпирик тенглама орқали аниқланади:

$$R_{\Pi} = \frac{K_1}{(0,1F_K)^m} \cdot K_T$$

бу ерда:

K_1 - контакт материалига боғлиқ бўлган коэффициент (0,00067 - 0,00076);

F_K - контактга бериладиган сиқиш кучи;

m - туташтириладиган юзалар шаклига боғлиқ бўлган даража кўрсаткичи; (“текислик - текислик” шаклидаги юзалар учун $m = 1$; чизикли контактлар учун $m = 0.5$).

K_T - контакт ҳароратини ҳисобга олувчи коэффициент, ўз ўрнида:

$$K_T = 1 + 0,67\alpha(t - 20)$$

бу ерда:

α - контакт материалининг ҳарорат қаршилик коэффициенти, $^{\circ}\text{C}^{-1}$

t - контакт ҳарорати, $^{\circ}\text{C}$ (қиздирилмаган контактлар учун $K_T = 1$).

Чокли пайвандлаш. Бундай усулда пайвандлашда туташтириладиган деталларнинг учлари ўзаро бирлаштирилгач, деталлар чокни пайвандлаш ҳароратини таъминловчи миқдордаги, катта ток манбасига уланади ва ундан сўнг деталларга тегишли сиқиш кучи билан таъсир этиб ажралмас чок ҳосил қилинади. Бундай усул билан

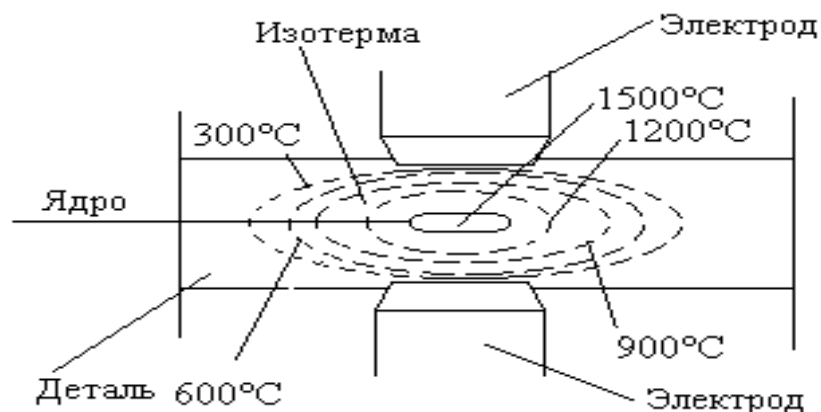
пайвандлашнинг икки тури мавжуд бўлиб, ундан бири **эритмай пайвандлаш** ва иккинчиси **эритиб пайвандлаш** деб юритилади (сварка **без оплавления** ва сварка **с оплавлением**). Биринчи усулга кўра пайвандлаш, ток кучи 5-10 кА га ва пайвандланаётган деталнинг кесим юзаси бўйича солиштирма қувват 10 - 15 кВА/см² га тенг бўлганда амалга оширилади. Иккинчи усулга кўра пайвандлаш, уч боскичда олиб борилиб, бунда деталлар дастлабки қиздириш ҳароратигача қиздирилади, сўнгра эриш даражасигача етказилади ва ундан сўнг узил-кесил пайвандлаш амалга оширилади.

Чокли пайвандлаш қурилмалари белгиланишига кўра қуйидаги турларга бўлинади:

- 1) пайвандлаш усулига кўра - қаршилик усулида пайвандлаш ва эритиб пайвандлаш;
- 2) белгиланишига кўра - универсал ва махсуслаштирилган;
- 3) узатиш механизмнинг тузилишига кўра пружинали, рычагли, винтли, гидравлик, пневматик ёки электр юритмали узатиш механизмга эга қурилмалар;
- 4) электродларни қисиш усулига кўра;
- 5) ўрнатилиши ва монтаж қилинишига кўра - стационар ва ҳаракатдаги.

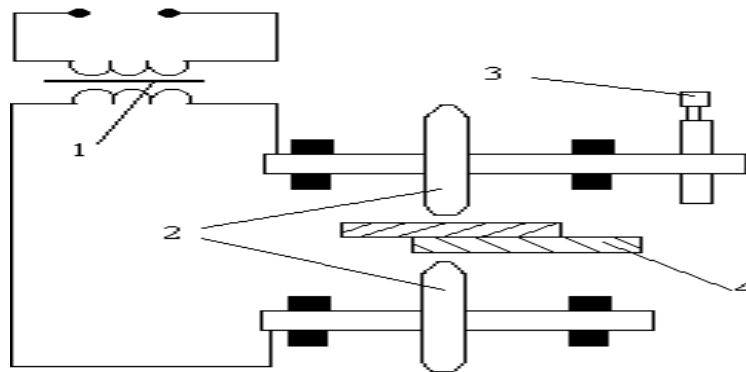
Чокли пайвандлаш қурилмаларининг қуввати 0,75 дан 750 кВА гачани ташкил этади, мисол учун, АСП - 10; МС; К; МСЛ типдаги чокли пайвандлаш қурилмаларининг қуввати 10 - 750 кВА, бирламчи кучланиши 220 ёки 380 В; иккиламчи кучланиши (1,2-3,2) дан (5,5 – 14,6) В гача, ишлаб чиқарувчанлиги соатига 20 дан 200 тагача пайвандлаш, деталларга берилаётган куч 0,5 дан 200 кН га тенгдир.

Нуқтали пайвандлаш. Ушбу усулда пайвандлашни 31-расмда келтирилган тартибда тасвирлаш мумкин. Бундай усулда пайвандлашда деталр махсус электродушлагичларга қаттирилган электродлар ўртасига ўрнатилиб, қаттиқ қистирилгач, электродлардан ток ўтказилади. Ядродаги ҳарорат металлни эритиш ҳароратидан бир мунча юқори бўлади. Битта нуқтани пайвандлаш учун кетган вақт деталнинг қалинлиги, деталр материалнинг ҳоссалари, пайвандлаш машинаси (қурилмаси) нинг қуввати ва детални қисиш кучи кабиларга боғлиқ бўлиб, секунднинг мингдан бир улушидан бир неча секундгача тенг бўлиши мумкин (қўпол равишда пўлат қалинлиги 1 мм бўлса, 1 секунд вақт кетади деб қабул қилинади).



4.14 – расм

Нуқтали пайвандлаш усули лист кўринишдаги материалларни, кесувчан стерженларни, шунингдек, листларни стерженр ва бошқа кўринишдаги прокатланган маҳсулотлар билан пайвандлаш учун қўлланилади.



4.15- расм

Мисол учун МТ типдаги қурилмалар параметрлари: қуввати 20 - 400 кВ.А; бирламчи кучланиши 220 ёки 380 В; иккиламчи кучланиши (1,42 – 2,84) дан (6 - 12) В гача ; пайвандланаётган деталлар қалинлиги 0,25 дан 8,0 мм гача, ишлаб чиқарувчанлиги минутига 40 дан 150 та нуқтагача, электродларга таъсир этилаётган куч 3 – 32,5 кН ни ташкил этади.

Роликли пайвандлаш. Мазкур усулда пайвандлаш қурилмаси 4.15 - расмда келтирилган. Расмда: 1 - пайвандлаш трансформатори; 2- роликли электродлар; 3- роликларни айланма ҳаракатга келтирувчи юритма; 4 - пайвандланаётган деталлар.

Мазкур усулда, айланаётган роликлардан ток ўтказиш орқали деталларни узлукли ва узлуксиз чок билан пайвандлаш амалга оширилади. пайвандлаш хусусиятларига кўра нуқтали пайвандлаш усулига ўхшайди. роликли пайвандлаш кичик қалинликдаги юпқа деталларни, масалан ёкилғи баклари, турли маҳсулотни ташиш учун белгиланган бочкаларни пайвандлаш ишларида қўлланилади.

Назорат саволлари:

1. *Пайвандлаш деб нимага айтилади?*
2. *Эритиш билан пайвандлаш усули ким томонидан ва қачон кашф этилган?*
3. *Босим остида пайвандлашнинг саноатда қайси усули кенг тарқалган?*
4. *Контактли пайвандлаш ёки қаршилик усулида пайвандлаш деб нимага айтилади?*

5 - маъруза

Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини электр термик усулда иситиш

Режа:

1. Хоналарда микроклимат ҳосил қилувчи электр термик иситиш
2. Электроколориферлар ва уларнинг турлари

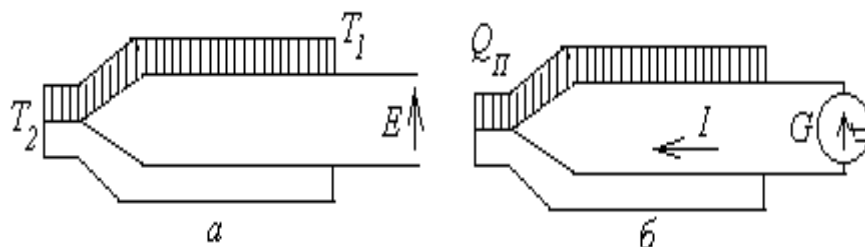
Таянч сўз ва иборалар

Термоэлектрик ходисалар, Зеебек эффекти, термоэлектрик иссиқлик насослари, ҳаво ҳароратига технологик талаблар, иситувчи ускуналарни қувватини топиш, калориферлар, маҳаллий иситиш ускуналари.

1. Хоналарда микроклимат ҳосил қилувчи электр термик қурилмалар

Термоэлектрик ходисалар. Термоэлектрик ходисалар ўтказгичлар ва ярим ўтказгичлардаги иссиқлик ва электрик жараёнларни орасидаги ўзаро боғлиқликларга асосланган (Зеебек, Пельтье ва Томсон эффектлари). Бу эффектлар ўтказгичлар ва ярим ўтказгичлардаги контактлар (кавшарлар) орасидаги иссиқлик алмашув жараёнлари билан боғлиқ.

Зеебек эффекти: агар икки турли материалдан ясалган ўтказгичлардан электр занжир (термоэлемент) тузилса ва контактланган жойларини турли ҳароратларда ушлаб турилса, ўтказгичларни эркин учларида термоэлектр юритувчи куч ёки термоЭЮК пайдо бўлади (расм 5.1,а). Миллиамперметрга уланган занжирда электр токини кўриш мумкин, бу ток кавшарланган жойларни ҳароратлари турличалигида оқиб тураверади.



Расм 5.1. Зеебек (а) ва Пельтье (б) термоэлектрик ходисалари

ТермоЭЮК, мкВ,

$$E = e(T_2 - T_1), \quad (5.1)$$

бунда e —Зеебек коэффиценти, мкВ/К; T_2 ва T_1 —қизиган ва совуқ кавшарларни ҳароратлари, К.

Зеебек ходисаси термометрияда кенг қўлланилади — ҳар қандай терможуфтликда иссиқлик энергияси тўғридан-тўғри электр энергиясига айлантирилади. Коэффицент e металллар учун бир градусга бир неча микровольтдан ошмайди, ярим ўтказгичларда у кўпроқ ва бир градусга бир неча юз микровольтни ташкил қилади.

Пельтье эффекти Зеебек ходисасига тескари ходисадир. Агар икки турли материалдан ясалган ўтказгичлардан электр занжир тузиб, ток ўтказилса, ток йўналишига боғлиқ холда Ленц-Джоуль иссиқлигига қўшимча контактлардан бирида иссиқлик ажрайди, бошқасида эса иссиқлик ютилади, яъни совитиш содир бўлади (расм 5.1, б). Турли ўтказгичларда электр токини ўтказишда катнашадиган электронларни ўртача энергияси бир хил эмаслиги туфайли электронлар бир ўтказгичдан бошқасига ўтишда ўз энергиясини тўлдиради, бунинг учун контакт жойида улар ўтган ўтказгични атомларидан энергияни олишади, ёки бунинг акси бўлади, яъни бу атомларга энергияни ошиқчасини беришади. Биринчи холда Пельтье иссиқлиги ютилади, иккинчисида ажрайди. Пельтье эффекти электронли ва ковакли ўтказувчанликка эга ярим ўтказгичлардан иборат тизимларда айниқса кучли билинади.

Пельтье иссиқлиги, Дж,

$$Q_{II} = K_{II} I \tau, \quad (5.2)$$

бу ерда: K_{II} —Пельтье коэффиценти, В/с; I —термоэлемент занжиридаги ток кучи, А; τ —тоқни оқиш вақти, с.

Пельтье ва Зеебек коэффицентлари орасида алоқа мавжуд

$$K_{II} = eT, \quad (5.3)$$

бунда T —кавшарланган жойни ҳарорати, К.

Томсон эффекти: қисмларини ҳароратлари фарқ қиладиган бир жинсли ўтказгичдан электр тоқи ўтганда Ленц-Джоуль иссиқлигига қўшимча иссиқликни қандайдир миқдори ажрайди ёки ундан ютилади (Томсон иссиқлиги), Дж:

$$Q_{\text{Том}} = K_T I (T_2 - T_1) \tau, \quad (5.4)$$

бу ерда: K_T —Томсон коэффициенти, В/(с·К); T_2 ва T_1 —ўтказгични турли қисмларидаги ҳарорат, К.

Томсон эффектани тушунтирилиши: ўтказгични кўпроқ қизиган қисмида ток ташувчиларни ўрта энергияси камроқ қизиган қисмидагидан кўпроқ. Агар ток ташувчилари ҳарорат пасайиш йўналишида силжишса, энергияни ортиқчасини кристалл панжарага беришади ва иссиқлик ажрайди. Агар ток ташувчилари тескари йўналишда силжишса, улар ўз энергияларини кристалл панжараники ҳисобига тўлдиришади ва иссиқлик ютилади.

Қиздириш ва иситиши термоэлектрик ускуналарини ишини асосида Пельтье эффектани қўллаш ётади.

Термоэлектрик иссиқлик насослари. Бундай насосларни иши – пасроқ ҳароратли материалдан иссиқликни олиб, юқорироқ ҳароратли материалга бериш. Майший совитгичлар, аслида, иссиқлик насосларидир – иссиқлик совитувчи камерасидан олинади (совитиш содир бўлади) ва буғлантирувчидан атрофга берилади (иситиш содир бўлади). Кенг тарқалган компрессион ва абсорбцион агрегатлар катта вазн ва ўлчамларга эга ҳамда кўп электр энергияни истеъмол қилишади. Бундан ташқари, улар ҳароратни текис ростлай олмайдилар. Ҳаракатланувчи қисмлар ва газ-фреон компрессорни иш муддатини чеклайдилар. Бу камчиликлар термоэлектрик иссиқлис насосларида йўқ.

Уларни иш принципи: тармоэлемент ковакли (p -турдаги) ва электронли (n -турдаги) ўтказувчанликли эга шохлардан иборат. Термоэлементни шохлари 1-ни пластина 2 билан бирлаштирилади. Термоэлементдан расмдаги йўналишда ток оқизилса, вақт бирлигида Пельтье иссиқлиги Q_{II} қуйида келтирилган боғлиқликка биноан $n-p$ ўтишда (совуқ кавшарда) ютилади, $p-n$ ўтишда эса (қизиган кавшарда) ажралади (5.2):

$$Q_{II} = K_{II} I. \quad (5.5)$$

Агар бунда совитилаётган кавшарни ҳарорати T_1 , қиздирилаётганники T_2 бўлса, қизиган ва совуқ кавшарлар учун Пельтье иссиқлигини қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$Q_{IPI} = e T_1 I, \quad (5.6)$$

$$Q_{2PI} = e T_2 I. \quad (5.7)$$

Совуқ кавшарга атроф муҳитдан Q_0 иссиқлик берилади. Бундан ташқари, тармоэлементни шохларидан уларни иссиқлик ўтказувчанликка эгалиги туфайли қизиган кавшардан совуққа иссиқлик Q_T узатилади. қандайдир яқинлаштириш билан кавшарларни ҳар бирида Ленц-Джоуль иссиқлиги Q_R -ни ярми ажрайди дейиш мумкин. Совуқ кавшар учун иссиқлик баланси тенгламаси қуйидаги кўринишда ёзилиши мумкин:

$$Q_0 + Q_N + 0,5Q_R = Q_{IPI}. \quad (5.8)$$

(5.8) тенгламадан атроф муҳитдан олинаётган иссиқлик:

$$Q_0 = Q_{IPI} - Q_T - 0,5Q_R. \quad (5.9)$$

қизиган кавшар учун иссиқлик баланси тенгламаси қуйидаги кўринишда ёзилиши мумкин:

$$Q_{2PI} + 0,5Q_R = Q_K + Q_T. \quad (5.10)$$

бунда Q_K —қизиган кавшар қизитилятган объектга бераятган иссиқлик.

(5.10) тенгламадан:

$$Q_K = Q_{2П} + 0,5Q_R - Q_T. \quad (5.11)$$

Q_K ва Q_0 -лар вақт бирлигидаги иссиқлик миқдори бўлгани учун электр кучларни иши (истеъмол қилинган қувват):

$$P = Q_K - Q_0. \quad (5.12)$$

(5.5) ва (5.6) ифода, ҳамда (5.9) ва (5.11) нисбатларни ҳисобга олиб, тенглама (5.12) қуйидагича ёзилиши мумкин:

$$P = eI(T_2 - T_1) + I^2R, \quad (5.13)$$

бунда R —термоэлементи шохини қаршилиги, Ом.

(5.13) тенгламани анализдан кўриниб турибдики, термоэлемент истеъмол қилган қувват P термоЭЮК ва актив қаршиликдан ўтиш учун сарфланади; термоэлемент бунда иссиқлик насосидай ишлаб, иссиқликни атроф муҳитдан қизитилаётган объектга узатади.

Иссиқлик насосларини энергетик эффективлигини анализ қилиш учун (5.14) тенгламага қараймиз, уни қуйидагича ёзиш мумкин:

$$1 = Q_K/P = Q_0/P. \quad (5.14)$$

$Q_K/P = k_{uc}$ нисбат иситиш ва $Q_0/P = k_{cov}$ нисбат совитиш коэффициенти бўлганлиги туфайли термодинамикадан маълум нисбатни олиш мумкин:

$$k_{uc} = k_{cov} + 1. \quad (5.15)$$

Ҳозирги замон ярим ўтказгичли материаллар қўлланилса, ярим ўтказгичли иссиқлик насосини k_{uc} коэффициенти 5-га етиши мумкин.

(5.15) тенгламани ҳисобга олиб:

$$k_{uc} = \frac{Q_{2П} + 0,5Q_R - Q_T}{eI(T_2 - T_1) + I^2R}. \quad (5.16)$$

Демак, иситишни эффективлиги кавшарлар ҳароратлари орасидаги фарқи $T_2 - T_1$ қанча кичик бўлса, шунча юқори бўлади.

Электр энергияни истеъмоли нуқтаи назаридан энг тежамкор режим бўлиши учун иситиш ва совитиш коэффициентилари максималлигидаги иссиқлик насос режими бўлиши керак. Совитиш режимидаги ишда максимал совитиш коэффициенти термоэлементи занжиридаги маълум ток тўғри келади. Бу токни катта қийматларида токни квадратига пропорционал Ленц-Джоуль иссиқлиги Q_R токка пропорционал Пельтье иссиқлиги $Q_{1П}$ -дан кўп бўлади, яъни совитиш ўрнига қиздириш содир бўлади. қиздириш режимидаги ишга иситиш коэффициенти токка экстремал боғлиқлиги мавжуд бўлмайди.

Иссиқлик насосларини совуқ ва иссиқ беришини термоэлементлардан оқаятган токни ўзгартириб ростланади. Ростланиш узлуксиз ёки уланган-ўчирилган принципа бўлиши мумкин. Охиргиси соддароқлиги билан фарқ қилади, аммо уни тежамкорлиги пастроқ, чунки юқори иссиқлик ўтказувчанликка эга термоэлементларни шохларидан манбаа ўчирилганда иссиқликни кўп узатилиши содир бўлади.

Қиздирувчи ва совитувчи термоэлектрик ускуналарни энергия билан таъминлаш учун ўзгармас ток ёки катта бўлмаган пульсланишли ток манбааларидан фойдаланилади.

Термоэлектрик ускуналар дала шароитларида ичимлик сувини совитиш учун қўлланилиши мумкин. Сув термобатареядан оқишида ёки сақлайдиган идишда совийди. Бу усулни сут учун ҳам қўллаш мумкин.

Термоэлектрик иссиқлик насослари турли ишлаб чиқариш хоналарда ҳарорат бўйича комфорт шароитларни сақлаш учун кондиционерлар сифатида айниқса истиқболлидирлар. Совитишдан қиздиришга енгил ўтиши ва, демак, одатдаги тизимларга

караганда катта эгилувчанлик термоэлектрик кондиционерларни анчагина афзаллигини кўрсатади.

Ҳаво ҳароратига технологик талаблар. Микроиклим – атроф ҳаво муҳитини тирик организмларга комплекс таъсир этувчи физикавий ва кимёвий параметрларини (ҳарорат, намлик, ҳавони ҳаракатчанлиги, кўмир кислота, аммиак, олтин гугурт водородни таркибда мавжудлиги, чангланганлик, микрофлорани мавжудлиги, таркибда ионларни мавжудлиги ва бошқалар) мажмуаси. Атроф муҳит ҳарорати – микроиклимни асосий параметрларидан бири. Масалан, ҳарорат ҳайвонларни овқат еб, семиришига, сигирларни сут беришига тўғридан-тўғри таъсир қилади. Оптимал микроиклим яратилиши фақат ҳарорат режими билан эмас, талаб этиладиган намлик, ҳаво ҳаракати ва ҳавр муҳитини газини таркиби билан боғлиқ. Ҳароратни оптимал параметрлари иситувчи ва вентиляцияловчи ускуналар ёрдамида яратилади.

Иситувчи ускуналарни қувватини топиш. Оптимал ҳарорат умумий, маҳаллий (локал) ва комбинацияланганларга бўлинадиган иситиш тизимлари ёрдамида ушлаб турилади. Умумий иситиш тизимлари хонанинг тўла ҳажмида нисбатан текис ҳароратни вужудга келтирадилар. Маҳаллий иситиш тизимлари керакли ҳароратни фақат керак зонада яратишади. Комбинацияланган иситиш умумий ва маҳаллий тизимларни биргаликдаги иши билан амалга оширилади.

Умумий иситиш, одатда, қаттиқ, суюқ ва газсимон ёнилғида ишлайдиган қозонхоналар ҳисобига бажарилади. Маҳаллий иситиш учун электротермик ускуналар қўлланилади. Катта бўлмаган хоналар учун бу мақсадда умумий электр иситиш тизимлари ҳамда электр калориферлар, буғ ёки сув иситиш қозонлари, буғ ёки сув калориферлари, батареялари ёки иситиш қувурлари қўлланилиши мумкин.

Комбинацияланган иситишда ёнилғидаги ёки электр қозонхона билан бир қаторда маҳаллий иситиш учун махсус, юқори аниқлик билан керакли зонада ҳароратни ростлайдиган кичик инерцияли электр иситгичлар - етказувчилар қўлланилади. Бундай иситиш ускуналарини яқка ростлаш электр энергиясини тежамли сарфлашга имкон беради.

Электр иситиш тизимини қуввати хоналарни иссиқлик оқимларини балансини тенгламасидан топилади:

$$\Phi_{yu} = \Phi_{iu}, \quad (5.17)$$

бунда Φ_{yu} -хона ичидаги манбааларини умумий иссиқлик оқими, Вт; Φ_{iu} -исрофларни йиғинди иссиқлик оқими, Вт.

Хона ичидаги иссиқлик оқими, асосан, иситиш тизими ва организмлар томонидан яратилади:

$$\Phi_{yu} = \Phi_u + \Phi_{op}, \quad (5.18)$$

бунда Φ_u -электр иситиш тизимини иссиқлик оқими, Вт; Φ_{op} -тирик организмларни иссиқлик оқими, Вт.

Исрофларни иссиқлик оқими, Вт:

$$\Phi_{iu} = \Phi_{m\bar{c}} [\Phi_e] \Phi_o, \quad (5.19)$$

бу ерда: $\Phi_{m\ddot{y}c}$ -тўсиқлик орқали иссиқлик исрофлари, Вт; Φ_e -вентиляция билан бўладиган исрофлар, Вт; Φ_{δ} -турли сиртлардан буғланишга бўладиган исрофлар, Вт.

Юқоридаги тенгламалардан келиб чиқиб, электр иситиш тизимини иссиқлик оқими:

$$\Phi = \Phi_{m\ddot{y}c} [\Phi_e] \Phi_{\delta} - \Phi_{op}. \quad (5.20)$$

қурилиш тўсиқларидан ўтувчи умумий иссиқлик исрофлар оқимини иссиқлик исрофларини солиштирма оқими (бинонинг солиштирма иссиқлик характеристикаси) – ичкаридаги ва ташқаридаги ҳавони ҳароратини фарқи 1°C -га фарқ қилганда бино ҳажминини 1 м^3 йўқотадиган иссиқлик оқимидан фойдаланиб топилади.

Ҳисоб бажариш ифодаси:

$$\Phi_{m\ddot{y}c} = \Phi_{sol} V(t_{уч} - t_{maш}). \quad (5.21)$$

Бу ерда: Φ_{sol} -исрофларни солиштирма иссиқлик оқими, Вт/($\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$); V -бинонинг қурилиш ҳажми, м^3 ; $t_{уч}$, ва $t_{maш}$ -хона ичидаги ва ташқаридаги ҳавони ҳисобий ҳароратлари, $^{\circ}\text{C}$.

Хона ичидаги ҳисобий ҳарорат деб рухсат этилган минимал ҳароратни олинади. Ташқи ҳавони ҳисобий ҳароратини иқлимий ҳудудга боғлиқ олинади. Иссиқлик оқимни солиштирма ҳаракати бинони вазифасига қараб маълумотномалардан олинади (масалан чорвачилик бинолари учун $0,6 \dots 1,4 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$).

Кириб келувчи ҳавони иситувчи иссиқлик оқими:

$$\Phi_x = L_x \rho_x c_x (t_{уч} - t_{maш}), \quad (5.22)$$

бунда: L_x -ҳавони кириб келишида уни ҳажмий узатилиши, $\text{м}^3/\text{с}$; ρ_x -ҳавони зичлиги, $\text{кг}/\text{м}^3$; c_x -ҳавони солиштирма иссиқликни сиғдирувчанлиги, $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$.

Совуқ даврда келаятган ҳавони ҳажмий узатилишини намликдан топилади ва хонани ҳавосидаги карбонат ангидрид газини энг катталиги чекланган концентрациясидан текширилади.

Хонада намликни буғланиши билан боғлиқ иссиқлик оқими:

$$\Phi_{\delta} = n W_{\delta yz} q_{\delta yz} |3600|. \quad (5.23)$$

Бу ерда: n -хонадаги тирик организмлар сони; $W_{\delta yz}$ -хонада бита организм буғлантирадиган намлик миқдори, г/соат; $q_{\delta yz}$ -сувни буғга фазовий ўзгартирилишини иссиқлиги, $\text{Дж}/\text{г}$.

Организмлар ажратадиган иссиқлик оқими,

$$\Phi_{op.} = n \Phi_1, \quad (5.24)$$

бунда: n -хонадаги организмлар (ҳайвон ёки парранда) сони; Φ_1 -битта организм ажратаётган иссиқлик оқими, Вт.

Электр иситиш тизимини қуввати:

$$P_o = \Phi_o | \eta_u, \quad (5.25)$$

бунда η_u -иситиш тизимидаги иссиқликни исрофларини ҳисобга олувчи иссиқлик **ФИК**.

Иссиқлик **ФИК**-ини алоҳида хоналарда ўрнатилган электр калориферлар қўлланилганда 0,95, электр қозонхоналар қўлланилганда 0,9...0,92 олинади.

2. Электроколориферлар ва уларнинг турлари

Иситиб-вентиляцияловчи электр калорифер ускуналар. Бу ускуналар бир йўла иситиш ва вентиляциялаш вазифаларини бажарадилар. Хоналарга ҳаво келтирувчи вентиляция бир неча каналлардан иборат бўлиб, ҳар бирида электр калорифер ускунаси бўлади. Бундай тизим юқори эксплуатация ишончли бўлиб, хонада керакли ҳароратий режим битта ёки бир нечта электр калориферлар ишдан чиққанда ҳам таъминланиб

туради. Тизим осон автоматлаштирилади, бу эса оптимал микроиқлимни таъминлашга имкон беради.

Иситиб-вентиляцияловчи электр калорифер ускуналар иситгичларини сиртини максимал рухсат этилган ҳарорати 170...180°C бўлади. Бунда чанг куймайди, бу эса сангигиена ва зооветеринария талабларига жавоб беради. Ускуналардан чиқаятган ҳавони ҳарорати 40...50°C-дан ошмаслиги керак.

Чорвачилик ва паррандачилик хоналарида ишлатиладиган иситиб-вентиляцияловчи тизимларни техник параметрлари жадвал 6 ва 7-ларда келтирилган.

Жадвал 5.1.

Параметр	СФОА-5/0,5ГЦ	СФОА-10/0,5ГЦ	СФОА-16/0,5ГЦ	СФОА-25/0,5ГЦ	СФОА-40/0,5ГЦ	СФОА-60/0,5ГЦ	СФОА-100/0,5ГЦ
Ўрнатилган қувват, кВт	5,05	9,85	15,75	23,25	46,5	69,0	94,0
Электр калориферни қуввати, кВт	4,8	9,6	15,0	22,5	45,0	67,5	90,0
қизитувчи секциялар сони							
қизитувчи элементлар сони	1	2	2	3	3	3	3
Вентиляторни номинал узатиши, м ³ /соат	3	6	18	27	36	45	54
Иситилятган ҳавони ҳароратларини фарқи, °C	800	800	2000	2000	3000	4000	5000
Электр калориферни аэродинамик қаршилиги (қўп эмас), Па	18	35	22	34	45	50	54
	70	80	250	250	250	250	250

Параметр	СФОЦ- 5/0,5Т	СФОЦ- 10/0,5Т	СФОЦ- 16/0,5Т	СФОЦ- 25/0,5Т	СФОЦ- 40/0,5Т	СФОЦ- 60/0,5Т	СФОЦ- 100/0,5Т
Ўрнатилган кувват, кВт	4,92	10,0	16,1	23,6	47,2	69,7	97,5
Электр калориферни куввати, кВт	4,8	9,6	15,0	22,5	45,0	67,5	90,0
қизитувчи секциялар сони	1	2	2	3	3	3	3
қизитувчи элементлар сони	3	6	6	9	18	27	36
Вентиляторни номинал узатиши, м ³ соат	700	800	2300	2500	3500	4000	5000
Иситилаётган ҳавони ҳароратларини фарқи, °С	20	35	24	27	38	50	54
Электр калориферни аэродинамик қаршилиги (кўп эмас), Па	70	80	250	250	250	250	250
Электрокалорифер	қурилмалар		СФО		турдаги	унификацияланган	
электрокалорифер, марказдан қочувчи турдаги вентилятор Ц-4-70 ва бошқарув шкафидан иборат.							

Электрокалорифер ўз навбатида каркас, кожух ва алюминий билан қовурғаланган ТЭН-лар гуруҳидан иборат.

СФОА ва СФОЦ турдаги ускуналар ўхшаш реле-контактли бошқарув схемаларига эга, улар қизитувчи элементлар ва усқунани иссиқлик ишлаб чиқиш унумдорлигини поғонали ростлашга имкон берадилар. Бирламчи термоўзгартиргич сифатида иситиладиган хоналарда ўрнатиладиган ДТКБ-53 турдаги биметалли датчиклар ишлатилган. Иситиш элементларини ҳарорати 180°С-га етганда ва вентиляторни электр двигатели тўхтаганда иситиш элементларни ўчириш кўзда тутилган.

Ҳозир модернизацияланган усқуналарда электрон ростлагичлар қўлланилмоқда, бошқарув схемалари эса микросхемаларда бажарилаётган.

Маҳаллий иситиш усқуналари. Маҳаллий иситиш локаллаштирилган зонада ҳавони оширилган ҳароратини ва, хонани бошқа ҳажмига қараганда намликни, зарарли газларни концентрациясини пасайтирилган қийматларини таъминлайди.

Маҳаллий иситиш усқунасида иссиқликни узатиш услубига қараб нурланиш (инфрақизил), контактли (кондуктив), конвектив ва комбинацияланган иситиш воситалари ажратилади.

Нурлантириб иситиш усқуналарида оқ (ёруғ) ва қора инфрақизил нурлантиргичлардан фойдаланилади, улар электр лампалар ва қиздириш элементларидир.

Қора инфрақизил нурлантиргичларни (400...500°С) ҳарорати оқларни-кига қараганда пастроқ, бунда иссиқликни кўп қисми улардан исиган ҳаво оқими билан конвектив олиб кетилади. Бу нурлантиргичлар юқори ишончли ва механик мустаҳкам,

улар кучланиш тебранишларига сезгир эмас. қора манбаалар сифатида ТЭН-лар ва керамик нурлантиргичлар энг кўп тарқалган.

Ёш ҳайвон ва паррандани нурлантириб иситувчи, қобиғи зонт конструкцияга эга ва инфрақизил нурлантиргичлар ичига жойлаштирилган ускуналар брудер дейилади. Инфрақизил электр иситгич металл қобиқ, иссиқлик изоляцияси ва цоколдан иборат бўлиб, саноат ишлаб чиқарадиган нурлантиргичлар билан ишлатилиши мумкин.

Контактли электр иситиш ускуналарига электр иситиш поллар, гиламчалар ва панеллар қарайди. Уларни ҳарорат режимини автоматик бошқариш учун икки ҳолатли ростлагичлар қўлланилади, датчиклар иситувчи симлар орасига, пол ичига қўйилади.

Маҳаллий иситишни конвектив ускуналарига электр иситиш панеллар, электроконвекторлар ва кичик қувватли электр калориферлар қарайди.

Электр конвекторларда иситгичлар сифатида ривожланган иссиқлик берувчи сиртли, умумий қовурғаланган қобиққа қўйилган ТЭН-лар хизмат қилади. Улар хонадаги ҳарорат режимини автоматик ва қўлда ростлаш ускуналари билан таъминланган.

Катта бўлмаган ёрдамчи ва маиший хоналарни электр радиаторлар билан иситиш мумкин. Уларда иссиқлик трубкали иситиш элементида қобиққа оралиқ иссиқлик ташувчи – минерал мой орқали узатилади, мой билан бўш қобиқни паст қисми тўлдирилган.

Электрокалориферли маҳаллий иситиш дарвоза ёки эшик очилганда ташқаридаги совуқ ҳавони хонага киритмаслик мақсадида иссиқлик тўсиқ яратиш учун ҳам қўлланилади.

Комбинацияланган иситишда иссиқлик узатиш бир йўла нурлантириш, контактли ва конвектив бўлади. Бу ҳолда тизимни шундай қилинадики, иситиш ҳам пастдан (контракти), ҳам тепадан (нурлантириш билан ва конвектив усулда) бўлади.

Автоматик режимда ишловчи маҳаллий иситиш ускуналарини қўллаш энергетик сарфларни анча камайтиради.

Микроқлим яратувчи электротермик ускуналардан фойдаланишни хусусиятлари. Бундай электротермик ускуналардан фойдаланишда ёнғин ҳавфсизлиги қоидаларига риоя қилиш зарур ва техник хизмат кўрсатувчи ходимлар техника ҳавфсизлиги бўйича учинчидан паст бўлмаган гуруҳга эга бўлишлари керак.

Иситиш-вентиляциялаш тизимларни электрокалорифер ускуналарига техник хизмат электрокалорифер чиқишида ва иситилаётган хонада ҳароратни текширишдан иборат. Электрокалорифердан чиқаятган ҳавони ҳарорати 50°C-дан ошмаслиги керак, хонадаги ҳарорат эса берилган қийматга тенг бўлиши керак. Ўчирилган калориферда контактларни ишончилиги ва ТЭН-ларни бутунлиги текширилади. Электрокалорифер ускунасини қобиғи албатта электр тармоғини нол симига уланади ҳамда ҳамма кучланиш остида бўлмаган металл қисмлар заминланади.

Поллар электр билан иситиладиган хоналарда электр ҳавфсизлигига алоҳида катта эътибор билан қаралади, чунки иситувчи симларни шикастланиши электр токидан оммавий шикастланишга олиб келиши мумкин. Иситувчи элементлар 380/220 В кучланишдан энергия олса, электр потенциалларни текислаш учун иситгичлар тагига, пол сиртидан 30...40 мм-дан кам бўлмаган масофада ўрнатиладиган металл экранланувчи тўр ҳамда ўтиш йўллар бўйлаб қўйиладиган пўлат симлар қўлланилади. Бўйлама потенциал текисловчи симлар ўзаро, экранланувчи тўр, заминловчи сим, биноларни металл конструкциялари ва технологик ускуналар билан пайвандланади. Иккита потенциал текисловчи ўтказгичлар ҳосил қилган сиртмоқни ўзгармас токка қаршилиги 1 Ом-дан кўп бўлмаслиги керак. Потенциал текисловчи ўтказгичлар диаметри 6 мм-дан кам бўлмаган

пўлат симдан, экранланувчи тўр эса диаметри 3 мм-дан кам бўлмаган симдан тайерланади.

Электр билан иситиладиган полларни ишлатиш жараенида потенциалларни текислаш ускуналарини, нормал ва авария режимларида пайдо бўладиган кадам ва тегиш кучланишларини назорат қилинади.

Маҳаллий иситиш ускуналарини ишлатишда контакт бирикмаларини ҳолатини, терморостлагичларни ишини, нол симни уланишини ишончилигини текширилади. Нурлантириб иситиш ускуналарини осиш баландлигини таъминловчи тармоқни ўчириб ростланади.

Назорат саволлари:

1. *Термоэлектрик ходисалар қайси олимларнинг эффектларига асосланган?*
2. *Зеебек эффекти моҳиятини тушунириб беринг?*
3. *Пельтье эффекти Зеебек ходисасига нисбатан қандай ходиса?*
4. *Томсон эффектини тушунириб беринг.*

6 – маъруза

МАТЕРИАЛЛАРГА ЭЛЕКТРОКИМЁВИЙ ИШЛОВ БЕРИШ ҚУРИЛМАЛАРИ

Режа:

1. **Электрохимёвий ишлов бериш бўйича умумий тушунчалар**
2. **Материалларга ишлов беришни электр кимё усуллари**

Таянч сўз ва иборалар

электролитлар, электролитик диссоциация, молизация, электролитлардан электр токини оқиши, электрохимёвий эквивалент, қоришма ва эритмалар электролизи, мис электролизи, материалларга ишлов беришни электр кимё усуллари.

1. Электрохимёвий ишлов бериш бўйича умумий тушунчалар

Электрохимё - фан сифатида ионлар фаолияти ва шунингдек, қаттиқ жисм ва қоришма ўртасидаги чегарадаги ходисаларни ўргатади. Бундай ходисаларни ўрганишда қоришма сифатида **электролитлар** асос қилиб олинади.

Электролитлар деб, электролитик диссоциация натижасида ионлар ҳаракатидан иборат электр токини ўтказиш қобилиятига эга бўлган моддалар, қоришма ва эритмаларга айтилади. Металлар ва ярим ўтказгичлардан фарқли ўлароқ электролит қоришмалари ва эритмалари **ион ўтказувчанлигига** эга.

Электролитик диссоциация деб моддаларнинг (молекулаларнинг) эриш ёки қоришиш даврида зарядланган ионларга ажралиш жараёнига айтилади. Бунда, диссоциация оқибатида ҳосил бўлган мусбат ва манфий ионлар сони бир - бирига тенгдир. Мусбат ионлар ўзидан бир ёки бир нечта электронини йўқотган атом ёки молекулани ифодаласа, манфий ионлар эса, аксинча бир ёки бир нечта ортиқча электронга эга бўлган атом ёки молекулаларни ифодалайди. Мисол учун, ош тузини сувда эритиш оқибатида унинг молекуласи икки ионга ажралади, яъни Na^+ ва Cl^- .

Электролитларда диссоциация жараёни билан бир пайтда унга тескари бўлган, яъни ионларнинг алоҳида молекула бўлиб бириктириш жараёни амалга оширилади. Бундай жараён **молизация** деб аталади.

Электрод - электрод тизимида металлда ҳам, электролитда ҳам худди ўша ионлар мавжуд. Металлда ушбу ионлар кристалл решётка (катак) тугунларида жойлашган бўлса, электролитда ушбу ионлар эритувчининг молекулалари билан боғланган бўлади. Ионни

кристалл катак (решётка) тугунидан электролитга ўтиши учун маълум энергия сарфланиши керак. Ушбу энергия **ионнинг металлдан чиқиш иши** деб аталади. Ионни электролитдан металлга ўтиши учун эса **гидратация энергияси** деб аталадиган маълум иш бажарилиши талаб қилинади.

Электролитлардан электр токини оқиши

Электролитларда ионлар молекулалар каби тартибсиз ҳаракатда бўлади. Агар электролитларга туширилган электродларга электр майдони таъсир этилса, тартибсиз иссиқлик ҳаракатидан ташқари, ионларнинг тартибли ҳаракати юзага келади. Бунда мусбат ионлар - **катионлар** катодга қараб, манфий ионлар - **анионлар** анодга қараб ҳаракат қилади. Белгиланган электродларга етиб борган ионлар уларга ўз зарядларини беради, оддий атом ёки молекулага айлангач, электродларда ажралиб қолади ёки электрод материали билан кимёвий реакцияга киришади.

Шундай қилиб, электролитлардаги электр токи, ўзидан, электр майдонидаги ионларнинг йўналтирилган ҳаракатини ифодалайди. Металл ва ярим ўтказгичлардан фарқли, электролитлардан электр токининг оқиши модда массасини кўчиши билан бирга кузатилади.

Электролит қоришмасидан электр токининг оқиб ўтиши давомида электродда ажралган модда миқдори “q” Фарадей қонунига кўра аниқланади.

$$g = \alpha \cdot I \cdot \tau \quad (6.1)$$

бу ерда

α - электрохимёвий эквивалент, г/кл;

I - ток, А;

τ - токнинг оқиб ўтиш вақти, с.

Электрохимёвий эквивалент α - электролитдан бир кулон электр заряди оқиб ўтганда ажралиб чиққан модда миқдори. Сон жиҳатдан бу миқдор модда кимёвий элементининг Фарадей сонига нисбатига тенг. Ўз ўрнида эса Фарадей сони (F_ϕ) бир грамм-эквивалент модда ажралиб чиқиш учун талаб қилинган электр заряди миқдорига тенг [$F_\phi = 96485$ Кл/(г.экв)].

Қуйида электр майдон таъсирида электролитлардаги ионларнинг ҳаракатланишини кўриб чиқамиз.

Майдон таъсирида электролитларда ҳаракатланаётган ион, суюқлик молекулалари томонидан кўрсатилаётган қаршилик остида бўлади (доимий тормозланишда бўлади). Бунинг оқибатида ионлар электр майдони томонидан олинган энергиясини молекулаларга бериб, уларнинг тартибсиз ҳаракатини кучайтиради ва натижада электролитларнинг қизиби боришига сабаб бўлади.

Ионларнинг ўзига хос “эркин ҳаракатланиши масофаси” белгилаб қўйилмаганлиги сабабли, улар ҳаракат қилаётган муҳит ионларга доимий қаршилик кўрсатиб туради. Ионларга таъсир қилаётган қаршилик тартибли ҳаракат тезлигининг биринчи даражасига пропорционал бўлади.

$$F_1 = kv \quad (6.2)$$

бу ерда k - ишқаланиш коэффициенти.

Электронларнинг ҳаракати йўналишида электронларга электр кучи $F_э$ таъсир кўрсатади:

$$F_э = eE \quad (6.3)$$

бу ерда e - ион заряди.

Агар ҳаракатланишнинг бошланишида ион тезлиги кичик қийматга эга бўлса, тезлик $F_э$ кучи таъсирида ортиб боради.

Тартибли ҳаракатнинг ўртача тезлиги қуйидагидан келиб чиқиб аниқланади, $F_t = F_э$, ёки $eE = kv$, бундан

$$v = \frac{eE}{k} = \mu E \quad (6.4)$$

бу ерда: $\mu = e/k$ - ионнинг ҳаракатланувчанлиги.

Электролитдан ўтаётган ток зичлиги:

$$j = env = en\mu E \quad (6.5)$$

Мусбат ва манфий ионлар ток зичлиги ҳисобга олинса:

$$j = e(n^+ \mu^+ + n^- \mu^-) E \quad (6.6)$$

бу ерда n^+ , μ^+ , n^- , μ^- - мос равишда мусбат ва манфий ионлар концентрацияси ва ҳаракатланувчанлиги.

Электролитларда ток зичлиги j электр майдони кучланганлигига пропорционал бўлгани сабабли, барча боғланишлар Ом қонунига бўйсунди.

Электролит ўтказувчанлиги $\sigma = e(n^+ \mu^+ + n^- \mu^-)$ ионлар концентрацияси ва ҳаракатланувчанлиги ортиши билан ортиб боради ва ушбу ҳолатни ионлар ҳаракатланувчанлигининг ортиши ва диссоциация даражасининг ўсиши билан изоҳлаш мумкин.

ҚОРИШМА ВА ЭРИТМАЛАР ЭЛЕКТРОЛИЗИ

Электролитлардан ток оқиши давомида электродлардан модда ажралиб чиқиш жараёни, шунингдек, модда заррачалари томонидан электродларни ўзлаштириш ёки йўқотиш билан кузатиладиган электродлардаги оксидланиш ёки тикланиш жараёнлари **электролиз** деб аталади.

Саноатда электролиз асосан металлларни анодда парчалаш ва парчаланган эритмаларни катодда бирлаштириш орқали амалга оширилади.

Водородли нормал электрод потенциалига нисбатан нормал потенциали - 1 дан катта бўлган моддалар қоришмалар электролизи орқали олинади (Масалан, мис, рух). Нормал потенциали - 1 дан кичик моддаларни бу усулда олиш мумкин эмас. Шунинг учун бундай моддалар олиш учун, шу металл тузлари эритмаларининг электролизидан фойдаланилади.

Анодда металлнинг металл ҳолатидан (Me^0) ион ҳолатига ўтиши металлдан электронларнинг ажралиши $Me^0 - ne \rightarrow Me^{n+}$ (парчаланиши) ҳисобига амалга ошади, бу ерда n - бирламчи зарядлар сони. Катодда ион электронларни ўзига ўзлаштириб, металл ҳолатига ўтади $Me^{n+} + ne \rightarrow Me^0$ (катодни қоплаш).

Электролиз ваннасидаги кучланиш

$$U = U_1 + U_a + U_k + I \frac{l}{\delta} \quad (6.7)$$

бу ерда :

U_1 - модданинг электрокимёвий парчаланиш кучланиши.

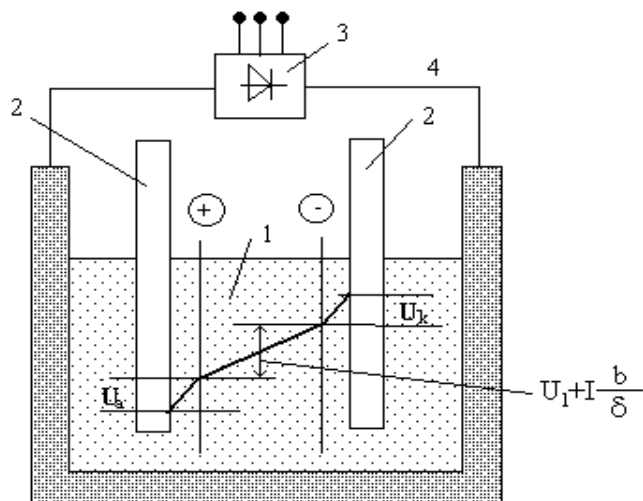
U_a , U_k - мос равишда потенциалнинг анод ва катодда тушиши.

I - ваннадаги ток кучи;

l - электродлар ўртасидаги масофа;

δ - электролит ўтказувчанлиги;

Электролиз ваннасидаги жараён электр энергиясини ўзлаштириш орқали амалга оширилса, бундай ванналар **электролизерлар** деб аталади. Электролизернинг принципиал схемаси 6.1 - расмда келтирилган:



6.1 – расм 1 - электролит; 2 - электродлар; 3 - энергия манбаси;
4 - ток ўтказувчи шиналар.

Анодда металлнинг металл ҳолатидан (Me^0) ион ҳолатига ўтиши металлдан электронларнинг ажралиши $\text{Me}^0 - ne \rightarrow \text{Me}^{n+}$ (парчаланиши) ҳисобига амалга ошади, бу ерда n - бирламчи зарядлар сони. Катодда ион электронларни ўзига ўзлаштириб, металл ҳолатига ўтади $\text{Me}^{n+} + ne \rightarrow \text{Me}^0$ (катодни қоплаш).

Электролиз ваннасидаги кучланиш

$$U = U_1 + U_a + U_k + I \frac{l}{\delta} \quad (6.8)$$

бу ерда :

U_1 - модданинг электрокимёвий парчаланиш кучланиши.

U_a, U_k - мос равишда потенциалнинг анод ва катодда тушиши.

I - ваннадаги ток кучи;

l - электродлар ўртасидаги масофа;

δ - электролит ўтказувчанлиги;

Электролиз ваннасидан ажралаётган қувват:

$$P_3 = I(U_1 + U_a + U_k + I \frac{l}{\delta}) \quad (6.9)$$

Электролиз давомида олинган модда миқдорининг (q_1) Фарадей қонунига кўра назарий жиҳатдан олиниши мумкин бўлган модда миқдorigа (q_2) нисбати A_i **токка кўра модда (олиш) чиқиши (%)** деб аталади:

$$A_i = \left(\frac{q_1}{q_2} \right) 100 \quad (6.10)$$

Электролиз жараёнининг эффективлиги, шунингдек **энергияга кўра модда чиқиши** A_3 билан ҳам баҳоланади:

$$A_3 = \left(\frac{\alpha A_i}{U} \right) 100 \quad (6.11)$$

бу ерда: α - модданинг электрокимёвий эквиваленти.

Шундай қилиб, энергияга кўра металл чиқиши деб, сарф бўлган 1 Дж энергия миқдorigа нисбатан граммларда олинган (г/Дж) металл миқдorigа айтилади.

Электролиз интенсивлигини аниқловчи яна бир характерли катталик, бу токнинг электродли зичлиги (A/m^2) ҳисобланади.

$$j = I/S \quad (6.12)$$

S-электроднинг электролитга ботирилган қисми юзаси (м^2).

Электрод атрофида икки қават электр қатлами ҳосил бўлиши ионларнинг электродларга яқинлашишига ва электроддан ионларнинг чиқишига қаршилик кўрсатади. Бу қатламни бартараф этиш учун электролитларни циркуляция қилиш, электролиз ваннасини импульсли манба кучланишига улаш ва шунингдек, электродлар вибрациясини амалга ошириш каби тадбирлар қўлланилади.

Электролиз қурилмаларини доимий ток манбасига улашда ўзгармас ток генераторлари ёки саноат частотасидаги ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантирувчи тўғрилагич агрегатлардан фойдаланилади. Амалда, ф.и.к.ти 97 - 99 % бўлган кремнийли тўғрилагич агрегатлардан фойдаланиш кенг тарқалган.

Мис электролизи

Мисол тариқасида мис электролизи жараёнини кўриб чиқамиз. Мис электролизидан мақсад, эритиш усули билан махсус печда олинган, тозаланмаган мис қуймаси таркибидан кераксиз қўшилмаларни тозалаш ва шунингдек, мис қуймаси таркибидаги соф ва турли рангли металлларни ажратиб олиш ва натижада тоза электротехник мис ҳосил қилишдан иборатдир.

Ушбу жараён кути (яўик) типидagi электролиз ванналарида амалга оширилади. мазкур ванналарга тозаланманган мис қуймасидан иборат анодлар ўрнатилиб, улар орасига юпка, тоза мисдан иборат катодлар жойлаштирилади. шундан сўнг ваннага, ўзидан мис купоросининг сувдаги эритмасини ифодаловчи, электролит тўлдирилади. электролит қаршилигини камайтириш учун эритма сулфат кислотаси билан бойитилади.

Анодларнинг ҳар бири ўзидан массаси 300 кг га, қалинлиги 35-45 мм га тенг бўлган плиталарни ифодалайди, катодлар эса қалинлиги 0,6-0,7 мм бўлган, электролитик мисдан ясалган пластиналарни ифодалайди. катод электродларини махсус штангаларга осиб учун уларга қулоқчалар-илгаклар пайвандланган бўлиб, қўшни катод ва анод электродлари орасидаги масофа 35-40 мм ни ташкил этади.

Ваннадан доимий ток ўтказилганда тозаланмаган мис (анодлар) эриши ва натижада тоза миснинг катод электродларга ўтиши амалга ошади. бунда анод таркибидаги соф металл ва бошқа қўшилма (элемент)лар ўзига хос чўкма ҳосил қилади.

Электролиз жараёни ваннадаги кучланишнинг қиймати 0,3-0,35 в ни ташкил қилганда бошланади. токнинг зичлиги эса майда донатор, зичлиги катта бўлган текис мис катоди олиш шартларидан келиб чиқиб чеклаб борилади. тозаланмаган мис зичлигига кўра ток зичлиги $180-270 \text{ а/м}^2$ ни ташкил қилади. токка кўра чиқиш ишининг реал қиймати 92-98% ни ташкил қилади. электр энергиясининг солиштирма сарфи тоза мисга нисбатан 200-379 квт. соат/тонна ни ташкил қилади.

Катодлар ва анодлар ваннада параллел уланиб, ванналар эса кетма – кет уланади (мультиплъ системаси). ваннада электродларнинг кетма-кет уланиши (серий системаси) камдан кам қўлланилади.

Электролит ҳарорати 33 ± 3 к даражада ушлаб турилади. электролиз ванналарида шунингдек ўзига хос, яъни специфик усулида рух электролизи, алюминий электролизи каби технологик жараёнлар амалга оширилади бунда алюминий олиш технологик жараёни катта миқдордаги электр энергияси сарфини талаб қилади. алюминий олиш учун электр энергиясини солиштирма сарфи 14 000–16 000 квт.соат/тонна ни ташкил қилади, хусусан 1 тонна алюминий олиш учун энергия сарфи 16000+500 квт. соатни ташкил қилган ҳол учун 1 квт. соат энергия сарфига 60-77г миқдорида металл олинади.

Электролиз қурилмаларини ўзгармас ток билан таъминоти ўзгармас ток генераторлари ёки саноат частотасидаги ўзгарувчан токдан ўзгармас токка айлантириб берувчи ярим ўтказкичли тўғрилагич агрегатлари томонидан амалга оширилади. ҳозирги кунда фойдали иш коэффициенти 97-99% ни ташкил қилувчи кремнийли тўғрилагич агрегатларидан фойдаланиш кенг тарқалган.

Ўзгарувчан токни ўзгармас токка айлантириш учун мўлжалланган подстанциялар ўзгурувчан токни тақсимлаш қурилмаси, кучланишни бошқариш қурилмаси билан таъминланган куч трансформаторлари, ярим ўтказгичли агрегатлар, ўзгармас токни тақсимлаш қурилмалари ва ўз эҳтиёжларини кондириш қурилмалари мажмуидан иборатдир.

Қуввати катта бўлган электролизерларда қўлланаётган ток ўзгартир-гичлар электролиз қурилмалари сериясига комутацион аппаратлар ёрдамисиз бевосита уланади.

Нисбатан катта қувватга эга бўлмаган электролиз қурилмалари ўзгартиргичлари эса бир пайтни ўзида химояловчи аппарат ҳисобланувчи автомат улагичлар (выключательлар) ёрдамида уланади.

Электролиз ванналари электр манбасига алоҳида пакетларга териб чиқилган тўғри бурчакли шиналар мажмуадан иборат махсус шиналар орқали уланади. ушбу шиналар одатда алюминийдан ясалиб, коррозия туфайли алюминий ишлатиб бўлмайдиган ҳолларда, мисдан ясалади. шиналарнинг кесим юзаси, токнинг иқтисодий зичлигига кўра танланади. электролиз жараёни учун алюминий шиналарига бу катталиқ 0,3-0,4; мис шиналарига 1,0-1,3 ҳамда чўян ва пўлат шиналарига 0,15-0,12 а/мм² ни ташкил этади.

Электролиз ванналаридаги ишчи ток ўнлаб, айрим ҳолларда эса, юзлаб килоамперни ташкил қилгани сабабли шина ўтказгичлари кесим юзалари тўғри тўртбурчак юзали шиналардан йиғилиб, совитиш мақсадида ҳар бир шина орасида шина қалинлигига тенг бўлган масофа қолдирилади. шиналарнинг қизиши оқибатида узайишини компенсация қилиш мақсадида, шиналарнинг тўғри участкаларида ҳар 20-25м масофада эгилувчан шиналардан иборат компенсаторлар ўрнатилади. подстанциядан электролиз цехигача электроэнергия узатувчи шиналар махсус эстакадаларга ўрнатилган ҳолда монтаж қилинади, алоҳида электролиз ванналари ўртасидаги шиналар эса, усти темир бетон плиталар билан беркитилувчи каналларда монтаж қилинади.

2. МАТЕРИАЛЛАРГА ИШЛОВ БЕРИШНИ ЭЛЕКТР КИМЁ УСУЛЛАРИ

Электролит-электролиз. Бу усуллар электр токининг суяқликларни ток ўтказувчи эритмалари-электролитлардан ўтганда ҳосил бўладиган ходисаларга асосланган. Эритмалардан ўзгармас ток ўтганда—электролиз жараёнида-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 ажратиши ва бошқалар.

Катод жараёнлари (катодда моддани ажратиши) гальванопластикада, гальваностегияда ва бошқаларда кенг қўлланилади. Анод жараёнлари (анодни эриши) ҳар хил электрохимия ва комбинацияланган ишлов бериш усулларида (электрохимия травленияси-ишлов бериш ёки чиқиқлар ҳосил қилиш, силликланиш, полировка қилиш-ялтиратиш, ялтироқ қоплама қилиш, шакл бериш, электрохимия тамғаланиш, чархланиш, анод-механик ишлов бериш, анод-абразив ишлов бериш ва бошқалар) кенг қўлланилади.

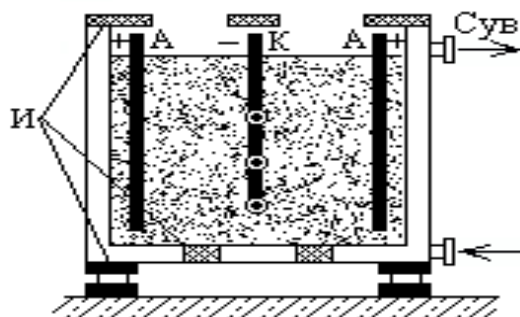
Гальванопластика - бу металл ва нometалл буюмларни сиртига электрохимия йўли билан металлларни ёпиштириш. Гальванопластика буюмларни аниқ нусхаларини-гальвано нусхаларини олиш учун ишлатилади, масалан: типографик клишеларни типик штампларини тайёрлаш, мусиқа пластинкаларини, аниқ штампларни ишлаб чиқиш. Бунинг учун буюмдан оттиск-тескари нусха олинади, унинг номи матрица бўлиб, у металл, қўрғошин, мис ёки нometалл бўлиши мумкин. Нometалл (гипс, ёғоч, пластмасса ва ҳ.) матрицаларга аввал 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 электрохимия ёғли билан металл 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 ҳолларда деталларни мислаб олинади, кейин эса никелланади ёки хромланади. Баъзида уч қаватли қоплама ҳам яратилади (мис, никель, хром). Бундай қопламалар буюмларни 480-500⁰С-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 6.2). Катод (К) ва анод (А) шиналари



Расм 6.2. Гальваностегия ваннани схемаси.

(И)-ларга ўрнатилади. Катод шиналарига илмоқлар ўрнатилиб, уларга буюмлар осиб қўйилади. Анод шиналари (электродлар) катодга қопланадиган металлдан полоса шаклида тайёрланади. қатор ҳолларда (масалан, хромлашда) кўрғошиндан еки кўрғошин-сурма аралашмадан эримайдиган анод тайёрланади. Бу ҳолда электролитга доим қопланадиган металл тузларини қўшиб турилади. Электролиз жараёнини тезлаштириш учун электролит иситиб турилади.

Гальваностегия ванналари одатда ўзгармас ток генераторлари ёки ярим ўтқазгичли ўзгартиргичлардан энергия олади. Электродлардаги кучланиш 6-24В, ток эса жараёни параметрлари ва ишлов берилаётган сиртни ўлчамларига қараб ростланади. Токни зичлиги 100-1000 А/м²-гача ва ундан юқорироқ. Ток зичлигини кўпайтирилса электролиз тезлашади, аммо қопламани сифати пасаяди. Анод сиртидан олинаётган металлни миқдорини Фарадейни биринчи қонунига биноан топиш мумкин:

$$Q_m = K_z I t \quad (6.13)$$

Бу ифодада: K_z -массали электрохимия 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 ёки 26.8 А·соат бир хил электр миқдори керак бўлади.

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

$$K_3 = \frac{A_m}{26,8n}, \quad (6.14)$$

бу ерда: A_m -анод металлнинг атом массаси; n -металлнинг валентлиги.

Бу ифода тўғри бўлиши учун келтирилаётган 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 миқдорида ажраган металлнинг массаси m_ϕ ҳисобланган m_x -дан оз бўлади. Бу массаларни нисбати ток бўйича чиқиш дейилади,

$$\eta = m_\phi/m_x \text{ ёки } \eta = (m_\phi/m_x)100\%. \quad (6.15)$$

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 ишлатилишини кўрсаткичидир. η -қанча кичик бўлса, энергия сарфлари ва электр энергияни солиштирма сарфи катта бўлади.

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

$$Q_{ym} = \frac{It}{S} \cdot \frac{A}{n} \eta \text{ ёки } Q_{ym} = Q_{sol} It, \quad (6.16)$$

бу ерда I -заготовкадан ўтайдиган ток, А; t -токни ўтиш вақти, мин; S -заготовкани сирти, см²; A -буюмларнинг металлнинг атом массаси; η -аноддан ток бўйича чиқиши, $0 < \eta < 1$;

$Q_{sol} = \frac{1}{S} \cdot \frac{A}{n\rho} \cdot \eta$ - металлнинг хажмий ажратилишини солиштирма миқдори, см³/мин; ρ -заготовка металлнинг зичлиги, г/см³.

Электр кимё ишловини жараёни ҳамма усуллар учун бир хил ва ягона схема бўйича бажарилади. Аммо, электродлар материални ва электролит таркибини, реакция содир бўладиган ҳажм ва ўлчамларини (электролит ва ўзаро таъсир маҳсулотлари билан тўлдирилган электродларaro ҳажми), ҳамда жараёни ўтишини шароитларини (ҳарорат, ток зичлиги, реакция маҳсуллари чиқариш тезлигини, электролитни оқшини ва реакцияни бошқа параметрларини) ўзгартириб, электр кимё ишловини вариантларини катта сонини олиш мумкин. Улар ичида деталлар ва буюмларнинг сиртини хусусиятларини ва ҳолатини ўзгартирадиган пардоз амаллар усулларини гуруҳи муҳим ўрин тутди.

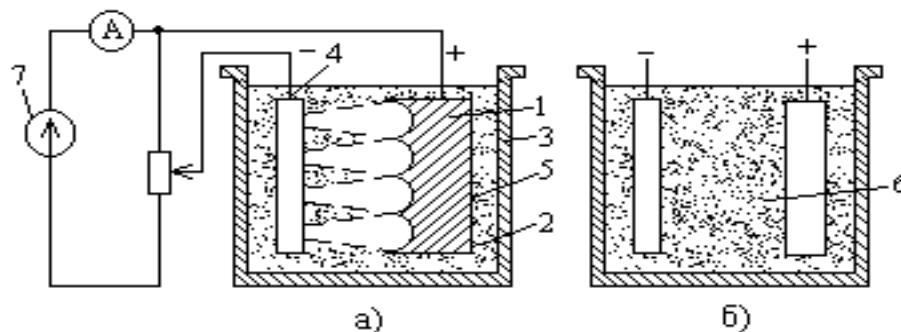
Электркимё (аноддаги) тозалаш - сирт ифлосликларини, оксидларини, ўсмаларини, зангни, белгиларни олиб ташлаш ва қирраларни ва метални кесувчи зарраларини текислаш учун ишлатилади. Электркимё текислаш металлларини эришини етарли катта тезликларида (50-500 мм³/мин) бажарилади, шунинг учун бундай текислашдан кейин сирт силлиқ бўлмайди. Жараёни тезлиги кенг диапазонда ток зичлигини ва электролит ҳароратини ўзгартириб ростланади.

Электркимё (аноддаги) силлиқлаш ва ялти-ратиш - паст ток зичлигида бажарилади ва металлнинг макро ва микро рельефини ҳосил қилувчи ғадур-ғудурларини эритишдан иборат. Натижада сиртнинг микрогеометрияси яхшиланади, у силлиқланиб ойна

каби ялтирайдн. Бу усулда сиртнинг ғадир-будирлиги механик силлиқлаш ёки ялтиратишдаги микдорларига тенг бўлади.

Электрокимё силлиқлаш ёки ялтиратиш жараёни ишлов олаётган сиртни чуқурчаларида (анод) электролиз жараёнида эритишни махсулотлари йиғилади. Улар катта электр қаршиликка эга ва шунинг учун ток зичлиги камайдн (расм 6.3).

Расм 6.3. Стационар электролитда электрокимё силлиқлаш-ялтиратиш



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

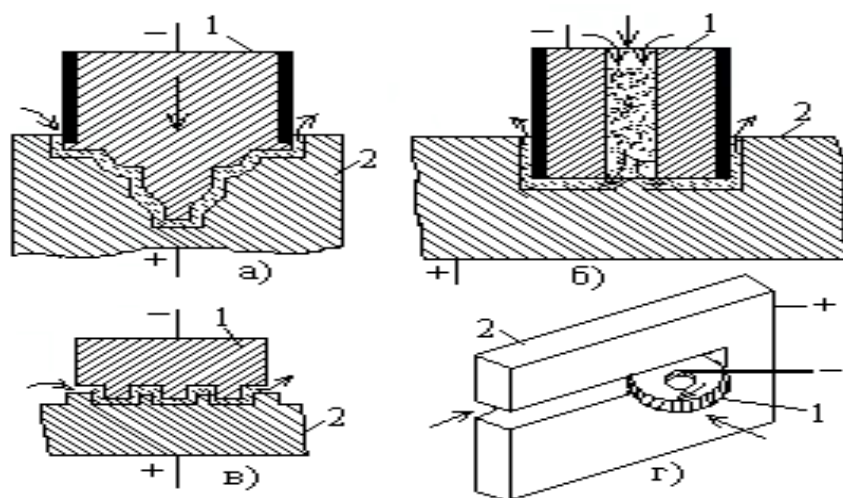
Текислаш ва ялтиратиш операциялари одатда электролит таркибини ўзгартирмай битта ваннада ба-жарилади. Бунинг учун секин аста ток камайтирилади, бу текислашга характерли бўлган ($R_a = 0,16 \div 2,5$ мкм) сиртни микрогеометриясидан текис ялтироқ сиртга ($R_a = 0,025 \div 0,4$ мкм) ўтишга олиб келади. Металлнинг солиштирма ҳажми текислашда 50-100 мкм/мин бўлади, ялтиратишда 0,5-5,0 мкм/мин бўлади. Электр-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/м² амалга оширилади. Бунда ваннадаги кучланиш 20-30 В ва ҳарорат 20-40⁰С 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. Меҳнат ҳавфсизлиги шартларига биноан туғрилагичга берилган кучланиш трансформатор орқали пасайтирилади. Ванналар ерга уланиб, вентилиция билан таъминланган бўлиши керак. Ванналар оралари резина гиламчалар ёпилган ёғоч пол бўлиши керак.

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 камайтирилади ва реакция махсуллари 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 бўлақларидан бир неча минг А/м²-гача) имкон беради. Жаъмида жуда юқори унумдорликка эришилади (эрийган металл 10000-лаб мм³/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 ишлов берилаётганда айниқса юқори унумдорликка эришилади ва ҳоказо.

Заготовкага талаб қилинган шаклни ва ўлчам-ларни ҳаракатсиз электрод-асбоб (нусхалаш усули) ва ҳаракатланувчи (масалан айланувчи) асбоб ёрдамида бериш мумкин. Иккинчи ҳолда ўхшаш механик амалларни (шилиш, кесиш, текислаш ва бошқалар) кинематикасини қайтариб натижага эришилади. Биринчисида асбобни ишлов олаётган буюм билан контакти мавжуд эмас, чунки оралиққа 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 47, а); мураккаб шаклли сиртларни ҳосил қилиш учун, мураккаб шаклдаги бўшлиқларни кесиш, калибрлаш ва ўлчамларини аниқ миқдорларга етказиш учун (расм 47, б); буюмларга белги қўйиш ва тамғалаш учун (расм 47, в); каттик аралашмалардан кесувчи асбобларни чархлаш учун; кўп сонли тешикларни (юмалоқ, тўғри бурчакли, фасонли ва бошқ.) ҳосил қилиш учун;



Расм 6.4. Ўлчамли электр киме ишловни қўлланилиши: а-пресс-шакллар тайерлаш; б-тешикларни ҳосил қилиш; в-деталларни тамғалаш ва белги қўйиш; г-заготовкларни кесиш; 1-электрод-асбоб; 2-заготовка.

қийин ишланадиган заготовка ва деталларда тоза кесим ҳосил қилишда кесиш учун (расм 6.4 г); сиртлар ва кирраларни тозалаш, фасонли бўшлиқларни текислаш учун ва ҳоказо.

Айтиб ўтилгандан ташқари ўлчамли ишловни кўп сонли комбинацияланган усуллари мавжуд. Булардан анодли-механик, 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 нусха-лашни аниқлиги электродларaro оралиқни минималлигида содир бўлади. Аммо бунда реакция маҳсуллари чикариб ташлаш мураккаблашади. Ишловни оптимал режими келишув ечимга асосланган.

Электр энергиясини тежаш учун электролитни ўтказувчанлигини ошириш ва энергия манбасини кучланишини пасайтириш керак. Электролитни солиштирма 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 тозалигини таъминлаш энергияни узлуксиз келтиришдан комбинация-ланган усулга ўтишда содир бўлади: ишловни биринчи этапида аниқлик ва тозалик ҳали муҳим эмаслигида энергияни узлуксиз келтириш мумкин. Иккинчи ва якуний этапларда энергияни импульс-цикли усулда импульсли манба-тиристорли **ВАК** тўғрилагичдан келтириш маъқул. Бунда энергияни импульсли келтириш тиристорли **ВАК** ўзгартиргичдан бўлади, циклик эса электродларни махсус цикл бўйича яқинлаштириш ва узоқлаштиришда содир бўлади, бунда оралиқни энг минимал қийматларга келтириш мумкин.

Назорат саволлари:

1. *Электродлар деб нимага айтилади?*
2. *Электродлик диссоциация деб нимага айтилади?*
3. *Электроддан ўтаётган ток зичлиги қандай формула орқали топилади?*
4. *Электролиз деб нимага айтилади?*

7 - Маъруза

ЭЛЕКТР МЕХАНИК ЖАРАЁНЛАР ВА ҚУРИЛМАЛАР

Режа:

1. Магнит ва магнитли импульслар

2. Магнит ва магнитли импульслар билан ишлов бериш қурилмалари

Таянч сўз ва иборалар

Магнит қурилмалар, уларни қўллаш, Электромагнит сепараторлар, Сувга магнит ишлов бериш қурилмалари, Магнитли импульс қурилмалари, Магнитли импульс ишлов бериш турлари.

1. МАГНИТ ВА МАГНИТЛИ ИМПУЛЬСЛАР

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 маҳсулот олиш учун ва техника ҳавфсизлиги талабларини бажариш учун, металл қисмларни ишлов бериш машиналарини ишчи органларига тушишини олдини олиш, портлаш ҳавфи бор муҳитларда учқун бўлишини олдини олиш ва бошқаларга имкон беради. Бу мақсадларда озиқ-овқат, кимё, тўқимачилик, тоғ ва саноатни бошқа соҳаларидаги хомашъё ва маҳсулотларни 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. Магнит майдонда сепарациялаш ажратилаётган фракцияларни турли магнит хусусиятларига асосланган. Улар магнит майдонда массаси 1 кг бўлган заррачага таъсир қилаётган магнит куч $F_{\text{маг}}$, Н/кг, билан аниқланади:

$$F_{\text{маг}} = \mu_0 \chi \gamma H \frac{dH}{dx} \quad (7.1)$$

бунда: μ_0 -магнит доимийси, Гн/м ($\mu_0=4\pi 10^{-7}$); χ -моддани магнит қабул қилувчанлиги; γ -моддани солиштирма ҳажми, м³/кг; H -магнит майдонни кучланганлиги, А/м; $\frac{dH}{dx}$ -магнит майдонни x йўналишида давомийлиги dx қисмдаги кучланганлигини градиенти, А/м².

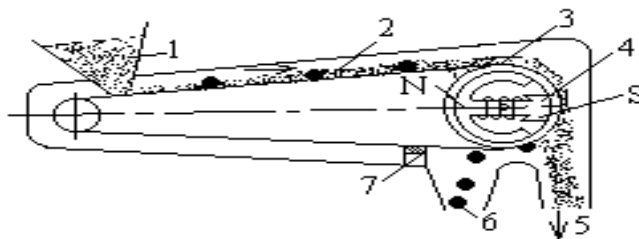
Сепарацияланишда ферромагнит заррача магнитли ва бошқа кучларни (оғирлик, ишқаланиш, маказдан қочувчи ва ш.ў.) таъсирига тушади, уларни натижавий таъсири заррачани ишчи зонадаги силжишини белгилайди:

$$F_{\text{нат.}} = ma = F_{\text{маг.}} + \Sigma F, \quad (7.2)$$

бу ерда:

$F_{\text{нат.}}$ -заррачага таъсир этувчи ҳамма кучларни натижавийси, Н; m -заррачани массаси, кг; a -заррачани тезланиши, м/с²; $F_{\text{маг.}}$ -магнит кучи, Н/кг; ΣF -бошқа кучларни натижавийси, Н.

Магнит сепараторларда майдон электромагнитлар тизими томонидан яратилади, улар ўзгармас ёки пульсланувчи ток билан таъминланади. Электромагнит сепараторлар анчагина катта унумдорликка эга, ферромагнит қўшилмаларни олиб ташлаш жараёнини механизациялашга имкон беради ва ишда ишончлироқ. Электромагнит сепараторларни конструкцияси турли (шкивли, барабанли ва осма) бўлиши мумкин. Масалан, 7.1-расмда электромагнит сепараторларни мумкин бўлган схемаларидан биттаси кўрсатилган.



Расм 7.1 Лентали электромагнит сепараторни принципиал схемаси.

У лентали транспортер билан бирга тайерланган. Берилган махсулот бункер 1-дан транспортёр 2-ни лентасига берилади. Транспортер асинхрон электродвигателдан айланадиган ичи бўш юпка диамагнит 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 электромагнит таъсиридаги ҳудудда ферромагнит қўшилмалар 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.

Уруғларни сиртини таркиби бўйича магнитли сепарациялашда уруғлар олдин тайёрланади ва кейин магнитли барабан устидан ўтказилади. Олдиндан тайёрлаш уруғларни намлаш, майда темир кукун қўшиш ва аралашмани яхшилаб аралаштиришдан иборат. Бегона ўтларни уруғларини сирти ғадир-будур бўлганлиги туфайли кукунни

ўзларига олишади, сирти силлиқ компонентлар эса олмайди. Магнит барабан устидан ўтказилганда кукун билан қопланган заррачалар барабанга ёпишади ва темир кукуни билан қопланмаган, силлиқ уруғлар ичидан олиб ташланади.

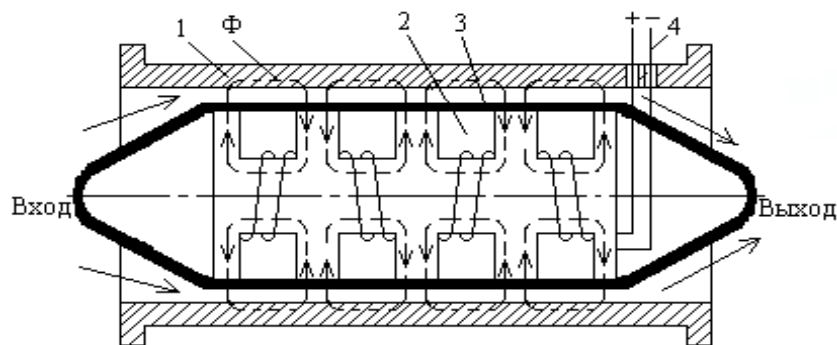
Магнит билан тозалаш усуллари мойловчи-совитувчи суюқликларни тозалаш учун ҳам кенг қўлланилади.

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 микдорларда иссиқлик алмашуви аппаратларини деворларга ёпишади ва оқим билан муаллах заррачалар - шлам таркибида чикиб кетадилар. Аппаратларда ҳосил бўлган чўкмалар эса кучсиз кристалл структурада бўлиб, идиш ва труба деворлардан осон кўчади.

Магнитли ишловдан кейин сувни хусусиятларини ўзгариши асосан сув молекуласидаги водород алоқалари ва таркибни бузилиши билан тушунтирилади. Узилган водород алоқалари 3...4 минутда яна тикланадилар.

Электромагнит индукцияси қонунига биноан сувни магнит майдонда ҳаракатланишида ташқи электр майдон пайдо бўлади, унинг таъсирида ионлан йўналган ҳаракатга тушишади, бу эса гидратланишга таъсир қилади. Демак, сувга ишлов бериш жараёнидаги асосий таъсирлар – магнит ва электр майдонлар, таъсир объектлари эса – эритилган моддаларни ионлари ва эритувчининг молекулалари.

Сувга магнит ишлов бериш аппаратлари мураккаб бўлмай, кўп ҳолларда трубалар оралиғига монтаж қилинади. Улар кўп қутбли ўзгармас ёки ўзгарувчан ток лектромагнит тизимлари 2 бўлиб латун гильза 3 билан герметик беркилади. Сув, аппаратдан 0,2-0,5 (бошқа маълумотларга қараганда 0,5...1,5) м/с тезлик билан оқиб, тескари йўналишдаги магнит майдонларни кесиб ўтади.



Расм 7.2. Сувга ишлов берадиган кўп қутбли электромагнит аппаратнинг схемаси: 1-пўлат корпус, 2-электромагнитлар, 3-латун гильза, 4-электромагнит чулғамларини қисқичлари.

Кесиб ўтиш мартаси қутбларни жуфт сонига мос бўлади ва беш-етти қабул қилинади. Аппаратни унумдорлиги соатига 100 м³/соатига бўлиб, энергияни солиштира сарфи 0,03 кВт·соат/м³. Магнит ишловдан кейин сув чўкма қотишма ҳосил қилишга қарши хусусиятларини бир суткагача сақлайди, кейин бу хусусиятлар йўқолади. Шунинг учун сувга магнит майдонда ишлов бериш даврийлиги 6-8 соат бўлиши керак. Саноатни кўп соҳаларида сувга 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-алмашув моддалар билан кимёвий ишловни ўрнини босади. Бу муҳимдир, чунки кимёвий ишловда мураккаб қурилмалар ва юқори малакали ходимлар керак бўлади.

2. МАГНИТ ВА МАГНИТЛИ ИМПУЛЬСЛАР БИЛАН ИШЛОВ БЕРИШ ҚУРИЛМАЛАРИ

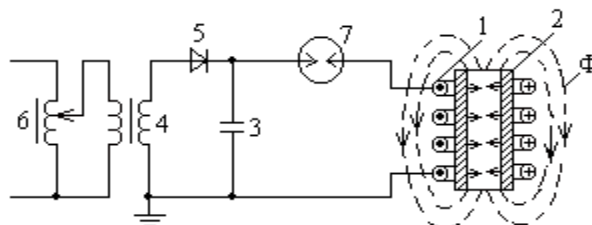
Магнитли ишловдан кейинги сув билан экинлар суғорилганда, уруғларга экишдан олдин ишлов берилганда, ҳосилдорлигини тиклаш мақсадида шўрланган тупроқлар ювилганда мусбат эффект олинганлиги тўғрисида маълумотлар мавжуд.

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, тешиklar ҳосил қилиш, импульсли пайвандлаш ва бошқалар учун ишлатилади.

Қурилмани принципиал схемаси ва иш принципи. Магнитли импульсли қурилмаларни иш принципи магнит майдонларини қувватли импульслари ва заготовкларда ҳосил бўладиган уярма токларни ўзаро таъсирига асосланган.

Ток ўтказувчи заготовкани индукторга қўйилса (расм 1.3) ва ундан катта амплитудали ток импульси ўтказилса, индуктор атрофида магнит майдон кучланганлигини қувватли импульсли ҳосил бўлади. Унинг энергияси ғалтакнинг индуктивлиги ва ундаги токни квадратига пропорционал:

$$W_m = \frac{LI^2}{2}. \quad (7.3)$$



Расм 7.3. Магнитли импульслар билан ишлов берувчи қурилмани принципиал схемаси: 1-индуктор, 2-заготовка, 3-сиғимли йиғувчи (конденсаторлар батареяси), 4-кўпайтирувчи трансформатор, 5-тўғрилагич, 6-автотрансформатор, 7-разрядник.

Бу магнит майдон заготовкада уярма токни импульсини индукциялантиради, бу токни магнит майдони индукторни ташқи магнит майдонига қарши ҳаракат қилади. Магнит майдонларни бундай ўзаро таъсири натижасида электромагнит кучлар ҳосил бўлади, уларни йўналишлари «чап қўл» қоидадан 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 сантиметрига 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):

$$p = \frac{B_1^2 - B_2^2}{2\mu_0} \cdot 10^{-6} \quad (7.4)$$

Бу ифодада **B₁** ва **B₂** 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:

$$\Delta\tau = B^2/8C_v \quad (7.5)$$

Бу ерда **C_v**-заготовкани солиштирма иссиқлик сиғими.

Заготовкани деформацияланиш тезлиги:

$$V = 10B/4\sqrt{\rho\pi} \quad (7.6)$$

ρ -ишлов олаётган материални зичлиги, кг/м³.

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

Импульсни қисқа муддатли бўлгани учун катта кучларни ҳосил қилиш мақсадида катта зичликдаги тоқларни ўтказиш мумкин (10^{10} А/м² 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. Тоқнинг бундай юқори зичликларини (магнит индукцияни ҳам) нисбатан осон ва содда конденсаторларни разрядлаб олинади.

Манба қувватини қуйидаги ифодадан топиш мумкин:

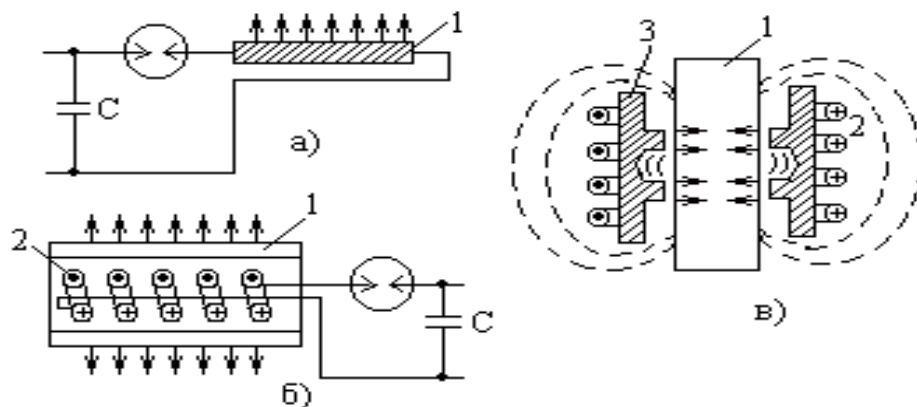
$$W_{\text{мб}} = W_{\text{сн}} = \frac{U^2 C}{2t} \cdot \eta, \quad (7.7)$$

$W_{\text{с}}$ -заряд контурида тўпланадиган қувват; t -разрядлар оралиқларидаги вақт, с; η -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 импульс ишлов бериш турлари. Ишлов беришни магнитли импульс усули анча прогрессивдир. Инерцияли муҳитни йўқлиги (муҳит орқали деталга босим узатилади) ҳамда электродинамик кучларни заготовка хажмига тақсимланиши ва аниқ ростланиш бундай қурилмаларни қўллашга кенг имконият яратади.

Расм 4-да магнитли импульслар билан ишлов беришни оддий мисоллари кўрсатилган. Заготовка 1 тўғридан-тўғри разряд занжирига киритилиши мумкин (расм 7.4,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 7.4,б)



1-ишлов олаётган деталь, 2-индуктор, 3-магнит майдонни мужассамлантирувчиси трубани кенгайиш эффекти ҳосил бўлади. Мураккаб шаклли 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 7.4, в-даги стрелкалар).

Назорат саволлари:

1. *Магнит қурилмалари нима мақсадда ишлатилади?*
2. *Материалларга магнитли импульслар нима учун керак?*
3. *Магнит билан тозалаш усуллари нималар учун кенгроқ фойдаланилади?*
4. *Магнитли импульс қурилмаларини ҳосил қилиш учун ишлатилади?*
5. *Магнитли импульсли қурилмаларни иш принципи нималарнинг ўзaro таъсирига асосланган?*

8 – маъруза

ОПТИК НУРЛАНИШНИ ЭЛЕКТР МАНБААЛАРИ

Режа:

1. Иссиқликдан нурланишни асосий қонунлари
2. Қиздирилувчи лампалар ва уларни асосий характеристикалари

Танч сўз ва иборалар

Иссиқликдан нурланишни асосий қонунлари, ФИК, қиздирилувчи лампалар, уларни асосий характеристикалари, инфрақизил лампалар, разрядланувчи лампалар, люминесцент лампалар учун ёндириш-ростлаш аппаратлари.

Иссиқликдан нурланишни асосий қонунлари. Иссиқликдан нурланишни қонунлари идеал нурлантиргич – унга тушаятган ҳамма нурланишни спектрал таркиби, тушиш йўналиши ва қутбланиш даражасидан қатъий назар ютадиган қора жисм учун ўрнатилган. Кирхгоф қонуни жисмни нурланиш ва уни ютиш қобилятини белгилади. Жисм нурланишни қанчалик яхши ютса, шунчалик кўпроқ нурланиш оқимини қизиганда бериши мумкин. Бир хил ҳароратгача қиздирилган иккита жисм учун уларни нурлантирилиши ва ютиш коэффициентлари орасидаги боғланиш тўғри пропорционал:

$$\alpha_{e1}/\alpha_{e2} = M_{e1}/M_{e2}. \quad (8.1)$$

Бошқа шароитлар тенглигида энг катта оқимни қора жисм нурлантирилишини ҳисобга олганда Кирхгоф қонуни:

$$M_{e1}/\alpha_{e1} = M_{e2}/\alpha_{e2} = \dots = M_{e.ж.}, \quad (8.2)$$

бунда $M_{e.ж.}$ -қора жисмни нурлантирилиши, Вт/м².

Бир хил ҳароратгача қиздирилган жисмлар учун нурлантирилишни ютишни мос коэффициентларига нисбати доимий ва қора жисмни шу ҳароратдаги нурлантирилишига тенг катталиқ. Шу муносабатга доир қора жисм тўла нурлантиргич дейилади.

Стефан-Больцман қонуни қора жисмни нурланиш қобилятини уни қиздириш ҳарорати билан боғлайди:

$$M_{e.ж.} = \sigma T^4, \quad (8.3)$$

бунда $\sigma=5,67 \cdot 10^{-8}$ -Больцман доимийси, Вт/(м²·К⁴); T -абсолют ҳарорат, К.

қора жисмни нурлантирилаши фақат унинг ҳароратига боғлиқ бўлиб, уни пропорционал. Бу тўла нурланишни оқими ҳароратни тўртинчи даражадаги абсолют қийматига боғлиқ дегани.

Винни силжиш қонуни қора жисмни нурланишини спектридаги максимум ҳолати ва қиздириш ҳарорати ўртасидаги алоқани ўрнатади:

$$\lambda_{\max} T = C, \quad (8.4)$$

бу ерда: $\lambda_{\max}$ -қора жисмни нурланиш спектридаги максимумга мос тўлқин узунлиги, нм; C -Вин доимийси, нм·К ($C=2898 \cdot 10^3$).

Охирги тенгламадан келиб чиқадики, қора жисмни ҳарорати ошган сари нурланиш максимуми спектрни қисқа тўлқинлироқ қисмига силжийди.

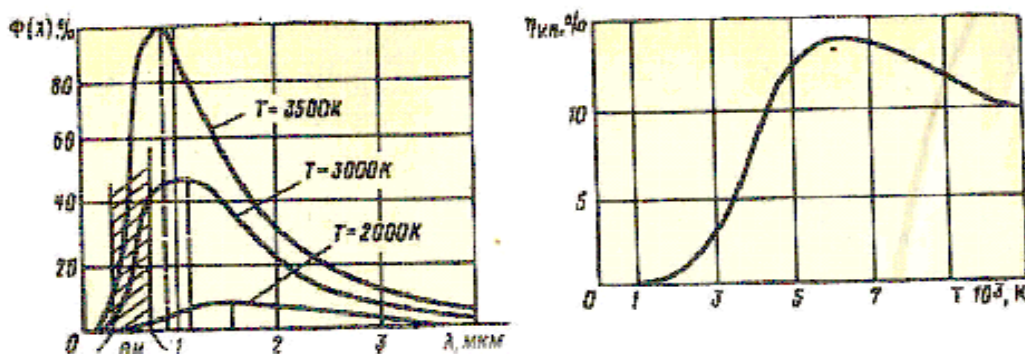
Кўриб чиқилган қонунларни таъсири турли ҳароратларгача қиздирилган жисмни нурланишини спектрал зичлигини функциясини ўзгаришида намоён бўлади (расм 8.1). Аммо, спектрни одам кўзи кўрадиган ху дудга тўғри келадиган қисми жуда кичик.

1000°K-гача қиздирилганда кўринадиган нурланиш йўқ. Ҳарорат оширилган сари қора жисмни нурланишини нурли **ФИК**-и тез кўпаяди ва тахминан 6500°K-да максимум – 14,5%-га етади. Бунда нурланиш максимуми спектрни кўринадиган худудиди бўлади. Ҳароратни оширилишини давом эттирилса нурланиш

Расм . қора жисмни турли ҳароратдаги нурланиш спектрлари.

Расм 8.1. қора жисм нурланишини нур **ФИК**-ини ҳароратга боғлиқлиги.

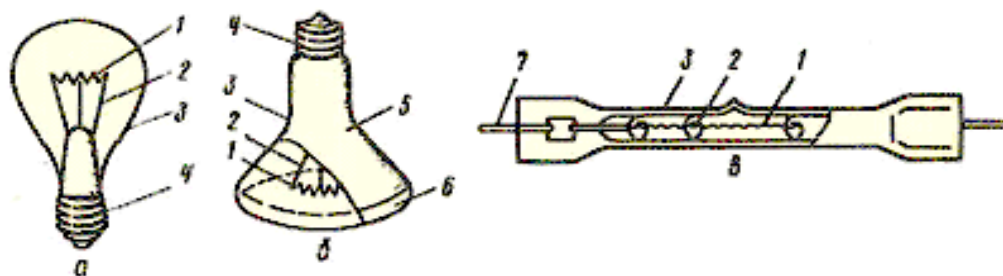
максимуми Вин қонунига биноан спектрни ультрабинафша худудига силжийди. Натижада нурли **ФИК** пасаяди.



Иссиқлик нурлантиргичлар ролини бажарувчи реал жисмлар механик мустаҳкамлигини бузилиши сабабли 6500°K-ча қиздирилиши мумкин эмас. Масалан, қаттиқ вольфрамни нурланиши учун нурли **ФИК** 8,1%-дан оша олмайди, вольфрамли қиздирилувчи лампаларни реал **ФИК**-и 3,5%-дан ошмайди.

Шу билан бирга иссиқлик нурлантиргич - инфрақизил нурланишни юқори эффектив манбааси. Ш.қ., қиздирилувчи лампаларни ҳам ёритиш учун, ҳам технологик жараёнларда инфрақизил нурлантириш учун қўллаш мумкин.

қиздирилувчи лампалар ва уларни асосий характеристикалари. қиздирилувчи лампалар ҳамма сохаларда қўлланилади. Баъзиларида тиниқ колбалардан ташқари, қиздирувчи жисмни кўришни қийинлаштирадиган ёритилганлигини камайитириш учун сутли, опалли ёки хиралантирилган колбалардан фойдаланилади. Аммо бундай колбаларда нур оқимини 20%-гача йўқотилади. Баъзи лампаларда колбани ички сиртига кўзгули ёки диффузли чанглатиш кўринишида таййерланган қайтаргич кўзда тутилган



Расм 8.3. Лампалар конструкциялари: а-умумий вазифали қиздирилувчи; б-инфрақизил кўзгули; в-чизикли галогенлиларни; 1-қиздириш жисми; 2-ипни таянчи; 3-колба; 4-цокол; 5-ички кўзгули қайтаргич; 6-нур филтрни қоплаш зонаси; 7-контактли чиқиқ.

. қиздирилувчи лампаларни нур техник характеристикалари қиздириш ҳарорати билан боғлиқ, ишчи ҳарорат фақат вольфрамни эриш ҳарорати билан эмас, балки уни интенсив чангланиши билан ҳам чегараланади.

Иссиқлик нурланиш қонунларидан келиб чиқадики, қиздирилувчи лампаларни иш кўрсаткичлари қиздириш ҳароратига тўла боғлиқ. Энергетик **ФИК** юқори ($\eta_{\text{е.л.}}=70\ldots90\%$), нурли **ФИК** эса 3,5%-дан ошмайди. Спектрни кўринадиган қисмида тўлқин узунлиги $\lambda = 600\ldots780$ нм бўлган пушти-қизил нурланишлар кўп; тўлқин узунлиги $\lambda = 380\ldots450$ нм бўлган кўк нурланишлар 10 марта кам. Бундай спектрал таркиб тўғри ранг узатишни таъминламайди. Умуман, қиздирилувчи лампаларни нурланиш спектри ёритиш учун қулай эмас.

қиздирилувчи лампаларни нурланиш оқими ва нур узатиш қобилиятига вольфрам спирални қизиш ҳарорати таъсир қилмайди. Вольфрам ипини каттароқ диаметрига каттароқ нур узатиш қобилияти тўғри келади.

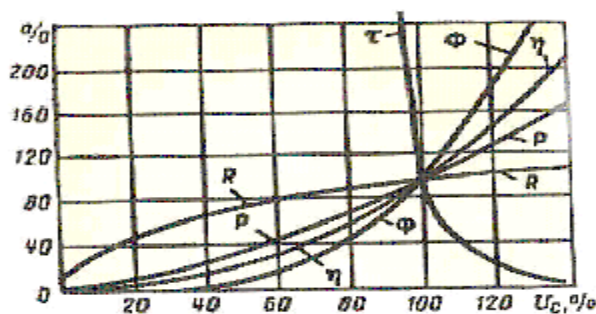
қиздирилувчи галоген лампалар оддий лампаларга қараганда каттароқ нур узатиш қобилиятига эга. Инфрақизил лампаларда қиздириш ҳарорати кичикроқ. Бу инфрақизил **ФИК** яқин 80%-лигида иш муддатини 6...10 мартага кўпайтиришга имкон яратди.

Лампаларни нур узатиш қобилияти қиздирилувчи жисмни конструктив бажарилиши ва колбани тўлдирилишига боғлиқ. Тенг қувват ва номинал кучланишда криптон лампаларни аргонлиларга қараганда нур узатиш қобилияти юқорироқ.

Лампалар 1-дан 380 В-гача кучланишга ва ваттни қисмларидан 20 кВт қувватгача ишлаб чиқилади.

қиздирилувчи лампаларни фойдали иш муддати 1000 соат дейилади, кафолатлангани эса 700 соат. Галоген лампаларни фойдали иш муддати 2 марта кўп – 2000 соат. Инфрақизил лампаларни иш муддати 6000...10000 соат.

қиздирилувчи лампалар ишини ҳамма кўрсаткичлари тармоқ кучланишини оғишларига боғлиқ, чунки у билан қиздирилувчи жисмни ҳароратини ўзгаришлари боғлиқ, бу иш муддатига энг катта таъсир қилади.



Расм 8.4. қиздирилувчи лампаларни асосий кўрсаткичларини кучланишга боғлиқлиги.

қиздирилувчи лампага келтирилган кучланишни 1%-га ўзгариши нурланиш оқимини ўрта ҳисобда 3,5%-га ва нур узатиш қобилятини 2%-га ўзгаришига олиб келади.

Назорат саволлари:

1. *Тўлдирилиш бўйича ёйли разрядланувчи лампалар қандай газлар билан тўлдирилади?*
2. *Газдаги электр разрядни тури ниманинг зичлигига боғлиқ?*
3. *Неча Гц оралигида разрядланувчи лампани токини шакли синусоидага яқинлашади ва балласт қаришилиқни турига боғлиқ бўлмайди?*
4. *Паст босимли разрядланувчи лампаларни тузилиши ва иш принципини гапириб беринг.*

9-МАЪРУЗА

НУРЛАНИШ АСБОБЛАРИ ВА НУРЛАНТИРГИЧЛАР

Режа:

1.Юқори босимли разрядланувчи лампаларни нурланишини

2.Лампаларда ёй разрядини ёкиш ва стабиллаштириш

Танч сўз ва иборалар

Қиздирилувчи лампалар, уларни асосий характеристикалари, инфрақизил лампалар, разрядланувчи лампалар, люминесцент лампалар учун ёндириш-ростлаш аппаратлари.

Разрядланувчи лампаларни таснифланиши ва умумий иш принциплари. Бундай лампаларда оптик нурланиш электр энергиясини ёйли электр разрядга ўзгартириш жараёнида ҳосил қилинади. Бошқа турдаги (сокин, ёғдусиз) электр разрядлар озроқ **ФИК**-ка эга.

Разряд колбани ичидаги босимга қараб лампалар паст ($0,1 \dots 10^4$ Па), юқори ($3 \cdot 10^4 \dots 10^6$ Па) ва ўта юқори (10^6 Па-дан юқори) босимли бўлади. Бу босимни қийматига нурланиш спектри ва разрядни **ФИК**-и боғлиқ. Паст босимларда оптик нурланишни энергетик **ФИК**-и юқори, нурли **ФИК** эса – катта эмас. Бу паст босимда нурланиш спектри асосий таркиби спектрни кўринмайдиган ультрабинафша қисмидалигига боғлиқ.

Ёйли электр разряда газ ёки симоб парларини атомлари зарядланган заррачаларни бомбардимони энергияси билан уйғотилади. Базисли энергетик сатхга қайтишда атом энергия ортиқчасини нурланиш кванти кўринишида беради:

$$Q_{кв.} = hc/\lambda, \quad (9.1)$$

бу ерда: $Q_{кв.}$ -нурланиш квантини энергияси, Дж; h -Планк доимийси, Дж·с ($h=6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с); c -электромагнит тебранишларни тарқалиш тезлиги, м/с ($c=3 \cdot 10^8$ м/с); λ -нурланиш тўлқинини узунлиги, м.

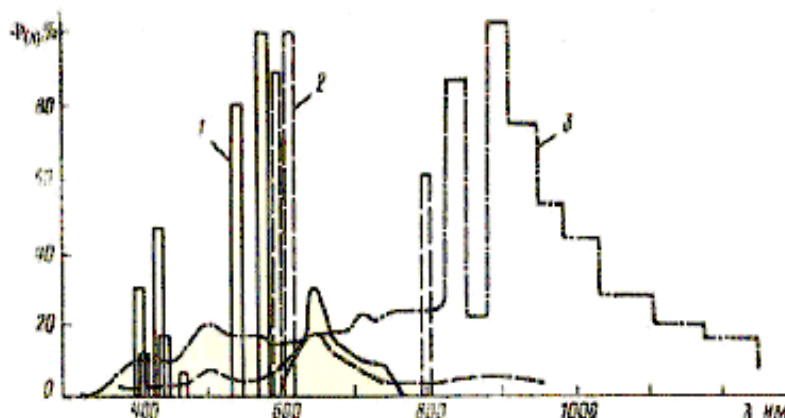
Атом базисли сатхга оралиқ сатхлар орқали поғонали ёки тўппа тўғри қайтиши мумкин. Охирги ҳолда атомни нурланишини резонансли дейилади.

Резонансли нурланиш паст босимли разряд лампаларга хос. Бунда кувватли қисқа тўлқинли ультрабинафша нурланиш ҳосил бўлади.

Разряд оралиғида босим ошиши билан атомлар энергияни поғонали, норезонанс тарқатишади ва бунда кўринадиган нурланиш пайдо бўлади. Бундай жараён кичикрок энергетик, аммо катта нурли **ФИК**-ка эга.

Разрядланувчи лампаларни нурланиш спектри (чизикли ёки оласимон) колбани тўлдирган газ ёки металл буғларини турига боғлиқ (расм 9.4).

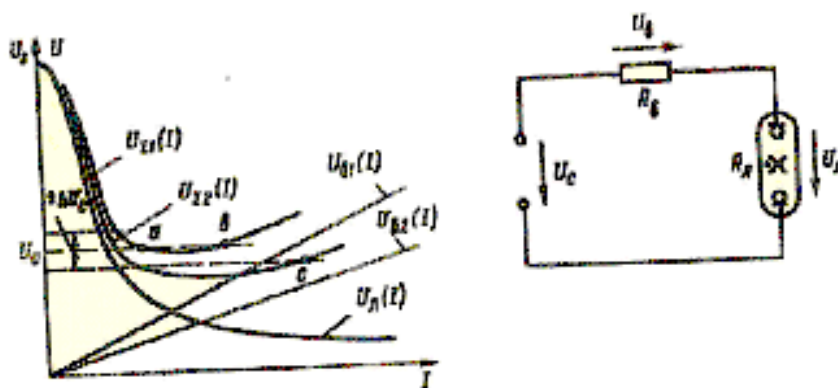
Тўлдирилиш бўйича ёйли разрядланувчи лампалар симобли, металлогалогенли, натрийли, ксенонли ва бошқаларга бўлинадилар.



Расм 9.1. Юқори босимли разрядланувчи лампаларни нурланишини спектрлари: 1- симобли (ДРЛ); 2-натрийли (ДНаТ); 3-ксенонли (ДКсТВ).

Лампаларда ёй разрядини ёқиш ва стабиллаштириш. Газдаги электр разрядни тури ток зичлигига боғлиқ. Уни кичик қийматларида сокин разряд ҳосил бўлади, кейин у ёғдусиз ва яна кейин ёй разрядига ўтади. Ёйли электр разряд - разрядланувчи лампаларни ишчи характеристикаси.

Разрядли оралиқдаги кучланиш ёй разрядини ёндириш $U_{\text{ё}}$ қийматига етганда, электродлар оралиғидаги зарядланган



Расм 9.2. Актив балласт қаршиликда лампадаги ёй разрядни стабиллаштириш.

Расм 9.3. ВАХ-и пасаювчи разрядланувчи лампани уланишини принципиал схемаси.

заррачаларни ҳосил бўлиш жараёни кўчкисимон кечади ва $10^{-5} \dots 10^{-7}$ секундда ток 100 ва кўпроқ марта ошиши мумкин ва ҳеч нарса билан чегараланмай, лампани бузилишига олиб келиши мумкин. Токни лампа билан кетма-кет уланиб, балластли дейиладиган қаршилик ёрдамида чегараланади.

Ёй разрядини ёндириш кучланиши манбаа кучланишидан катта, ш.у. лампаларни схемаларида кўпайтирилган кучланиш импулси ёки ёй разрядини ёндириш кучланишини манбаа кучланишига пасайтирилади. Бунга электродлар оралиғини лампа

электродларини олдиндан иситиш ҳисобига ионлаштириб ёки у ерга қўшимча ёндирувчи электрод киритиб эришилади. Ёй разрядини ёндирилгандан сўнг балласт қаршилиқ ёрдамида токни лампа қувватига мос даражада чегаралаш керак.

Ёй разрядини турғун иш режими қуйидаги шартларда таъминланади:

$$U_c = U_n] U_{\phi}, \quad (9.2)$$

$$R_{\phi}] R_n > 0, \quad (9.3)$$

бу ерда: U_c -тармоқ кучланиши, В; U_n , U_{ϕ} -лампа ва балластдаги кучланиш, В; R_{ϕ} , R_n -балласт ва лампани қаршилиғи, Ом.

Юқоридаги шартга биноан разрядни вольт-ампер характеристикани фақат ўсаятган шохиди стабиллаштириш мумкин. Схемани бундай йиғинди **ВАХ**-ни тўла яратишга балласт қаршилиғи имкон беради, аммо бундан ташқари балласт қаршилиқ тармоқ кучланиши оғишларида лампани турғун, ўчмасдан ишлашини таъминлаши керак.

Лампани қаршилиғи – ўзгарувчан ва мусбат катталиқ:

$$R = -dU_n/dI_n, \quad (9.4)$$

бунда U_n ва I_n -лампадаги кучланиш, В ва ток кучи, А.

Лампалар ва улар учун балласт қаршилиқлар ишлаб чиқишда турғунликни тармоқ кучланишини ишлатиш коэффиценти бўйича баҳоданади:

$$K_{тур.} = U_n/U_{тар.}. \quad (9.5)$$

Коэффициент $K_{тур.}$ қанча кичик бўлса, лампани ишини турғунлиги шунча юқори, амалда $K_{тур.}=0,45\dots 0,75$.

Разрядланувчи лампаларни ўзгарувчан токда ишлаши. Бу ҳолда ҳам разряд ўзгармас токдаги каби стабиллаштирилади, аммо лампани ҳар ярим даврда қайтадан ёндирилиши билан боғлиқ хусусиятлар пайдо бўлади.

Лампа 50 Гц частотада энг катта нурланиш оқимини индуктив балласт қаршилиқда беради, энг кичикни – сиғимлида. Нурланиш оқимини вақт бўйича тақсимланиши ҳам индуктив балласт қаршилиқда энг яхши, актив ва, айниқса, сиғимли балласт қаршилиқларда қоронғу танаффуслар пайдо бўлади – лампа нурланмайдиган вақтлар даври. Уларни мавжудлиги нурланиш пульсланишини коэффицентини кўпайтиради ва ҳаракатланувчи жисмларга сезгирликни бузилиши билан белгиланган стробоскопик эффектни пайдо бўлишига ёрдам беради. Нурланиш пульсланишини коэффиценти, %:

$$K_{н.п.} = \frac{\Phi_{\max} - \Phi_{\min}}{2\Phi_{урта}} 100\%, \quad (9.6)$$

бу ерда: $\Phi_{\max}$, $\Phi_{\min}$ -ўзгарувчан ток частотаси белгилайдиган даврдаги нурланиш оқимини максимал ва минимал қийматлари; $\Phi_{урта}$ -ўша даврдаги нурланиш оқимини ўрта қиймати.

Лампани ишидаги фарқлар асосан ёй разрядни тармоқ кучланишини ўзгаришларини ҳар ярим даврида ёндиришни бир хил бўлмаган шартлари билан тушунтирилади. Индуктив балласт қаршилиқда (лампа токи ва тармоқ кучланиши орасидаги фаза силжиши ҳисобига) токни нолдан ўтатган вақтида лампага тармоқ кучланишига тенг кучланиш келган бўлади. Лампа ўчмасдан амалда бир онда қайта ёнади.

Актив ва сиғимий балласт қаршилиқларида лампадаги кучланишни оний қийматлари осциллограммаларини характери бошқа. Вақтни баъзи онларида лампадаги кучланиш ёйни ёниш кучланишидан кичик бўлиб қолади, разряд тўхтайди ва токли

танаффуслар φ_n/φ_k пайдо бўлади. Натижада разрядланувчи лампани нур техник кўрсаткичлари ёмонлашади.

Индуктив балласт қаршиликда токни эгри чизигини шакли синусоидага яқин; актив ва, айниқса, сиғимий балластда токни эгри чизигини шакли бузилади ва синусоидадан анча фарқ қилади. Токни эгри чизиги шаклини бузилиш даражасини амплитуда коэффиценти билан баҳолаш мумкин:

$$K_a = i_{\max}/I, \quad (9.7)$$

бунда: $i_{\max}$ -ток кучини максимал оний қиймати; I -ўзгарувчан токни тебраниш давридаги эффектив қиймати.

Токни синусоидал шакли учун $K_a = 1,41$. Токни эгри чизигини шакли ўзгаришида ва амплитуда коэффиценти кўпайишида разрядланувчи лампани электродларини эскириши кучаяди ва, демак, уни иш муддати қисқаради.

Ток частотаси 50 Гц-лигида лампани ва тўла схемани энергетик кўрсаткичлари қўлланилаётган балласт қаршиликни турига боғлиқ.

Актив балласт қаршилик билан схемани қувват коэффиценти бирга тенг эмас, лампани ўзини қувват коэффиценти 0,8...0,9. Реактив балластли схемалардан фаркли ўлароқ бу фазалар силжиши билан эмас, ток ва кучланишни эгри чизикларини бузилиши билан тушунтирилади.

Сиғимий балластли схемада қувват исрофлари минимал, актив балластли схемада улар лампа қуввати билан таққосланадиган даражада, индуктив балластли схемада эса ўртача 20%-га тенг.

Разрядланувчи лампаларни ўзгарувчан токни кўпайтирилган частоталаридаги ишлаши қатор афзалликларга эга. Токни частотаси ўсган сари ҳар қандай балласт қаршиликда, ҳар бир ярим даврда қайта ёндирилишни давомийлиги камаюди.

800...1000 Гц частотадан бошлаб разрядланувчи лампани токини шакли синусоидага яқинлашади ва балласт қаршиликни турига боғлиқ бўлмайди, бу разряд оралиғидаги ионланиш ва деионланиш жараёнларини динамик мувозанатликдалиги тўғрисида далолат беради.

Юқори частотали манбаалаш жараёни паст босимли разрядланувчи лампаларга мисолида яхши ўрганилган. Масалан, 50 Гц частотали тармоқдан энергия олиш билан таққослаганда юқори частотали энергия люминесцент лампаларни нур узатиш қобилиятини 10...25%-га, иш муддатини 20...40%-га оширади. Бунда ишлатилиш жараёнида оқимни пасайиши деярли икки мартага камаюди, нур оқимини пульсланиши эса – амалда йўқ бўлади.

Юқори частотали манбаалашни муҳим афзаллиги - индуктив ва сиғимий балласт қаршиликларни ўлчамлари ва вазнини 30...40%-га камайишида. Энергия исрофлари бунда 3...4 мартага камаюди.

Аммо, юқори частотали манбаалардан фойдаланишда пайдо бўладиган қатор техник, иқтисодий ва экология муаммолари юқори частотали тизимни одамга, атроф муҳитга ва бошқа техник ускуналарга таъсирини ҳар бир конкрет ҳолда техник-иқтисодий асослашларни ва ҳисобга олишни талаб этади. **Паст босимли разрядланувчи лампаларни тузилиши ва иш принципи.**



Расм 9.4. Паст босимлим разрядланувчи лампа: 1-колба; 2-шиша оёқча; 3-электрод; 4-цоколь; 5-кискичлар.

Паст босимлим разрядланувчи лампа икки томонида шиша оёқчаларга эга шиша колбадан иборат (расм 9.8). Оёқчада учлари контактловчи штирлар орқали цоколга чиқарилган, биспирал кўринишида таййерланган вольфрамли электрод ўрнатилган. Электродлар оксид билан қопланган, бу юқори термоэлектрон эмиссияни таъминлайдиган ишқорий-ер металлари оксидлари.

Колба ичига аргон ва бир оз симоб киритилади. Аргон туфайли вольфрам спирални чангланиши чегараланади ва у симоб буғлари билан бирга лампа ёндирилишини енгиллаштиради.

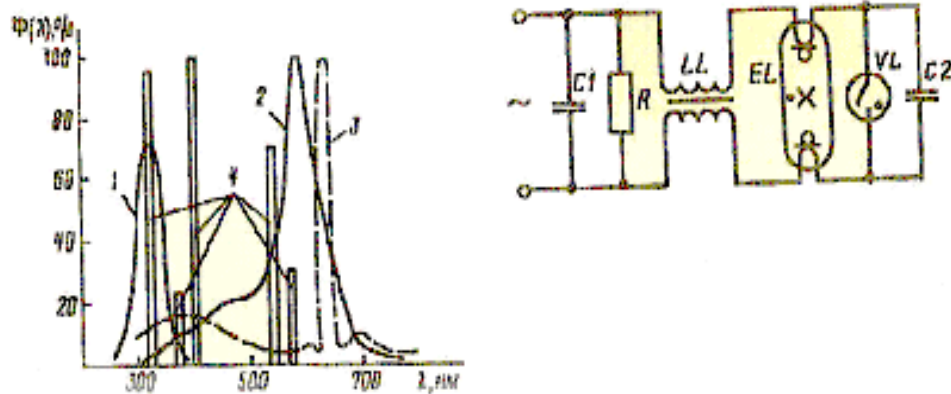
Электр энергияси симоб буғлари электр разрядида оптик нурланиш энергиясига ўзгартирилади. Бу жараёни энергетик **ФИК**-и 65%-дан ошиши мумкин, аммо кўринадиган нурланиш келтирилган энергияни 2%-дан ошмайди. Нурланишни асосий қисми спектрни ультрабинафша (**УБ**) худудида тўлқин узунликлари 253,7 ва 184,9 нм бўлган монохроматик оқимлар кўринишида мужассамлашган бўлади. Симоб буғларини паст босимдаги электр разряди – бактерицид нурланишни қувватли манбааси.

Паст босимлим бактерицид (**ДБ**-дуговая бактерицидная-ёйли бактерицид) лампани колбаси **УБ** нурланишни **С** худудини ўтказишни коэффиценти юқори бўлган махсус увиол шишадан таййерланган.

Паст босимлим разрядланувчи лампадан симоб буғларидаги электр разряд берадиган тўлқин узунлигидаги нурланишникидан каттароғини олиш учун люминофордан фойдаланилади, уни колбани ички сиртига юпқа қатлам қилиб қопланади. Бундай лампалар люминесцент дейилади.

Уларда оптик нурланиш электр энергиясини икки поғонали ўзгартиришдан кейин олинади. Аввал электр энергияси электр разряд жараёнида **УБ** нурланиш энергиясига ўзгартирилади. Кейин қисқа тўлқинли ёй разрядли **УБ** нурланиш люминофорда узун тўлқинли **УБ** ёки кўринадиган нурланишга ўзгартирилади. Люминесцент лампалар нурланишни спектрал таркиби ва конструктив бажарилиши билан фарқ қиладилар.

Нурланишни йўналтириб тақсимлаш учун тўғри қувурсимон, рефлектор дейиладиган ички қайтарувчи қатламга эга люминесцент лампалар чиқарилади. Ички қайтаргични мавжудлиги нурланишни асосан чиқиш ойна йўналишига қайта тақсимлаб қолмай, лампа иши ни амалда чангланишдан мустақил қилади. Аммо, рефлекторли лампаларни нурланиш оқими қайтаргичсиз лампаларникига қараганда 20...25% кам.



Расм 9.5. Люминесцент лампаларни нурланиш спектрлари: 1-ЛЭР 40; 2-ЛБ 40; 3-ЛФР 150; 4-симоб буғларини нурланиш чизиқлари.

Люминесцент лампаларни белгиланишида конструктив хоссалар ва нурланиш спектрини хусусиятларини билиш мумкин, масалан, **ЛТБЦ 40**: иссиқлиги ок люминесцент ранг узатиши юқори сифатли, қуввати 40 Вт; **ЛФР 150**: люминесцентли фотосинтезли рефлекторга эга, қуввати 150 Вт.

Ёритувчи люминесцент лампаларни нурланишини тез-тез шуниқига ўхшаш рангли нурланишни ҳосил қиладиган қора жисмни ҳароратига тўғри келадиган ранли ҳарорат $T_{\text{ц}}$ билан характерлашади, масалан **ЛБ** турдаги лампани ранли ҳарорати $T_{\text{ц}}$ 3500°K ва шунга ўхшаш.

Люминесцент лампаларни уланишини стартёрли схемаси – лампани импульсли ёндирилишини ва ундаги ёй разрядни стабилланишини таъминлайдиган стандарт схема. Лампани ишончли ёндирилиши учун электродлари электр токи билан 1000°K-гача стартер ва дроссель ёрдамида қиздирилади. Бунда электродлар оралиғи уларни оксидли қопламасини термоэлектрон эмиссияси ҳисобиги ионланади, ёндириш кучланиш эса – пасаяди. Стартёр – бу ёғдусиз разрядланувчи минилампа. Уни электродларини бири биметалли бўлади ва қизиганда ўз ҳолатини иккинчи ҳаракатсиз электрод билан қисқа туташувгача ўзгартиради. Ярим ўтказгичли стартёрлар ҳам мавжуд. Схемага параллел қурилмани соф-сини 0,92...0,95-гача кўтарувчи компенсацияловчи конденсатор уланади, унга параллел эса схема тармоқдан ўчирилгандан кейин сиғим разрядланиши учун резистор уланади, чунки ўчирилган люминесцент лампани ўтказувчанлиги нолга яқин.

Яна битта конденсатор стартёрга ва лампага параллел уланади ва: ёй разряд ҳосил қиладиган радиоҳалақитларни пасайтиради, дросселда пайдо бўладиган юқори кучланиш импульсини давомийлигини узайтиради ва стартёр контактларини узилишда учқунланишини камайтиради.

Схема улангандан кейин тармоқ кучланиши лампа ва стартёрга келган бўлади. Лампани ёндирилишини юқори кучланиши ёнишга имкон бермайди ($U_{\text{л.ё}} > U_{\text{м}}$). Шу вақтда стартерда ёндириш кучланиши тармоқниқидан кичиклиги туфайли ($U_{\text{см.ё}} > U_{\text{м}}$) ёғдусиз разряд ҳосил бўлади. Ёғдусиз разрядда ажрайдиган иссиқлик биметалл электродни ҳароратини кўтаришга етарли. Натижада у ҳаракатсиз электрод томон эгила бошлайди.

Стартер контактлари улангандан кейин лампа электродлари ва дросселни биспиралларидан кетма-кет занжир ҳосил бўлади. Занжирдан лампани номинал токидан тахминан 1,5 марта катта ток оқади ва электродлар тезда, 1...3 с-да (стартерни биметалл электроди совиб, занжирни узгунгача) қизийди ва разрядланувчи ораликни ионлаштиради.

Занжир узилганда дроссел чулғамидан оқаятган ток кескин камаяди ва унда ўз индукция **ЭЮК**-си пайдо бўлади, **ЭЮК** ва тармоқ кучланишини йиғинди қиймати лампани разрядланувчи оралиғини тешишга ва ёй разряди ҳосил бўлишига етарли бўлади. Лампа ишлаганда кучланиш тармоқниқини тахминан ярмига тенг бўлади.

Лампа ёнгандан кейин стартер электродлари узилган ҳолатда қолади ва ёғдусиз разряд ҳосил бўлмайди, чунки лампани ёниш $U_{\text{л.ё}}$ кучланиши стартерни ёндириш $U_{\text{см.ё}}$ кучланишидан кичик. Стартерни ишончли автоматик ишлаши учун қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$U_{\text{м}} > U_{\text{см.ё}} > U_{\text{л.ё}}$$

Люминесцент лампаларни асосий характеристикалари. Ҳозирги замон люминесцент лампаларни энергетик **ФИК**-и 20%-дан юқорироқ, нурланиш **ФИК**-и 12%-гача қиздирилувчи лампаларга қараганда улар кўринадиган нурланишни мукамалроқ манбааларидир. Люминофорни таркибига қараб нурланиш спектри ультрабинафша ва турли ранг берувчи кўринадиган бўлиши мумкин. Бу лампаларни эффектив нур тарқатиши ҳам люминофор таркибига боғлиқ: ёритувчи лампаларда 80 лм/Вт-гача етиши мумкин, ёруғлиги эса қиздирилувчи лампаларниқидан 200...300 марта кичик.

Электротехник параметрлар турлича, аммо ҳамма ҳолатларда габарит ўлчамлар билан боғлиқ. Параметрлар бир бирига қуввати 40 Вт ва узунлиги 1,2 м ва диаметри 40 мм-ли тўғри трубкали колба билан энг яхши мос келади. Нурланишни спектрал таркиби бир хил лампалар ичида қуввати 40 Вт-ликларда эффектив нур тарқатиши энг катта. Лампалар 3-дан 200 Вт-гача қувватга чиқарилади, энг кўплари 15...80 Вт.

Лампаларин ишлатиш кўрсаткичлари узлуксиз яхшиланмоқда. Умумий вазифали ёритувчи лампаларни ёнишини ўрта давомийлиги 12000...15000 соат. Ишлаш жараенида нурланиш оқимини анчагина камайиши кузатилади: иш муддатиги охирида у номиналдан 60%-ни ташкил қилади. Оқим ишлатишни бошида энг тез камаяди, ш.у. 100 соат ишлагандан кейинги қийматни номинал деб қабул қилинади. Ишни ноқулай шароитларида электродларни оксид қопламасини сарфланиши иш муддати тугамай туриб лампани ёнмай қолишига олиб келиши мумкин.

Лампани частотаси 50 Гц ўзгарувчан ток тармоғидан ишлаши нурланиш оқимини пульсланиши билан кечади. **ЛБ** турдаги лампаларни люминофорини хусусиятлари шундайки, $K_{н.н.} = 22...23\%$, яхшиланган ранг узатишли **ЛДЦ**, **ЛТБЦ**, **ЛЕЦ** лампаларда бу коэффициент 45...75%.

қиздирилувчи лампаларга қараганда люминесцент лампаларни асосий параметрлари кучланиш оғишларига озроқ боғлиқ (уларни характери амалда чизикли, кучланишни 1%-га ўзгаришига нур оқимини 1%-га, қувватни-2, иш муддатини-3...4%-га ўзгариши тўғри келади). Люминесцент лампаларни нур тарқатиши кучланиш оғишларига кам боғлиқ ва у пасайганда бир оз кўтарилиши мумкин. Кучланиш оғишлари лампа ишини ишончилигига манфий таъсир қилади. Кучланиш 10%-дан ортиқ пасайса лампа ёнмай қолади, 20%-дан ортиқлигида ёниб турган лампа ўчади. Атроф муҳит факторлари ҳам люминесцент лампаларни ишига таъсир қилади. Ҳавони ҳарорати 20...25°C-га ўзгарса нур оқими ва эффектив нур тарқатиш камаяди. Ҳароратни бундан кўп оғишлари лампани ёндириш шароитларини ёмонлаштиради. Ҳавони нисбий намлиги 50%-дан ортиқлигида ёндириш кучланиши кўпаяди.

Люминесцент лампалар учун ёндириш-ростлаш аппаратлари. Ёндириш-ростлаш аппарат (**ЁРА**) – бу разрядланувчи лампага электр тармоғини кучланишини узатувчи ускуна. **ЁРА** –асосий вазифалари: лампа ёндирилгандан кейин ишчи характеристикаларини стабиллаштириш ва кучланиш оғишларида лампа ишини турғунлигини таъминлаш. Баъзи тардаги **ЁРА**-лар яна бир неча функцияларни бажаради: электродларни қиздириш, лампани ёндириш учун кучланишни ошириш ва б.

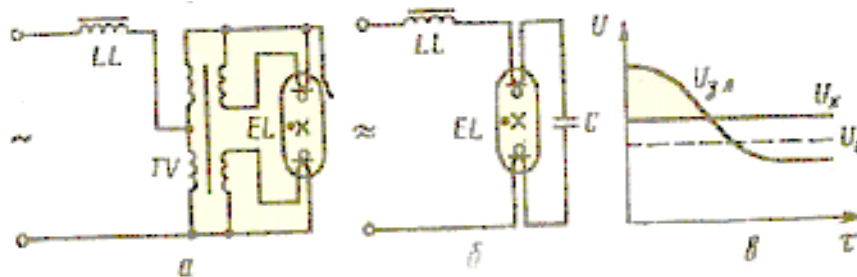
Люминесцент лампалар учун уч асосий турдаги **ЁРА**-лар қўлланилади.

Импульсли ёндириш **ЁРА**-лари лампага кучланиш импульсини беришади.

Тез ёндириш **ЁРА**-лари электродларни олдиндан қиздириб лампага импульсли бўлмаган шаклдаги кучланиш беришади.

Бир онда ёндирувчи **ЁРА**-лар лампани совуқ электродларига импульсли бўлмаган шаклдаги кучланиш беришади.

Люминесцент лампани стартерсиз, электродларни қиздириб тез ёндириш схемалари ва ёндириш диаграммалари расм 40-да кўрсатилган. Схема тармоққа улангандан кейин лампага салт ишлаш кучланиши $U_{с.и.} = (1,2...1,3)U_T$ келган бўлади.

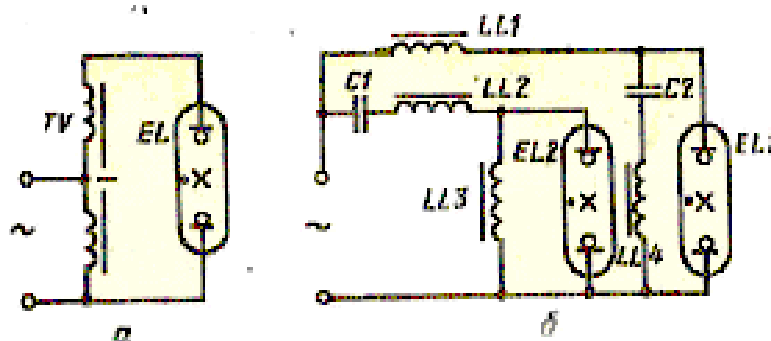


Расм 9.6. Люминесцент лампани 50 Гц частотада (а) ва юқорироқ частотада (б) тез ёндириш схемаси, лампани ёндириш диаграммаси (в).

Кучланиш улангандан кейин бошланиш вақтида лампани ёндириш кучланиши тармоқниқидан анча катта $U_{л.ё.} \gg U_m$. қиздирувчи трансформатор *TV* ёрдамида ёки кучланишлар резонанси ҳисобига лампа электродлари қиздирила бошлайди. Натижада ёндириш кучланиши $U_{л.ё.}$ пасаяди. Салт иш ва ёндириш кучланишлар тенглашган вақтда лампа ёнади ва ёй разряд режимига ўтади.

Энди дросселдан лампани ишчи токи оқади, у қиздирувчи трансформаторни бирламчи чулғамини токидан анча катта. Дросселдаги кучланиш тушуви туфайли ишчи режимда қиздирувчи трансформатор *TV*-га (ёки конденсаторга) тармоқ кучланишини тахминан ярми келган бўлади. Натижада электродларни қиздирувчи ток ҳам тахминан 2 мартага камаяди. Электродларни катта бўлмаган доимий қиздирилиб турилиши уларни иш муддатини кўпайтиради ва люминесцент лампаларни тармоқ кучланишини ҳар бир ярим даврида қайта ёнишини таъминлайди. Аммо бу стартерлига қараганда стартерсиз турдаги ЁРА-да қувватни катта йўқолишларига олиб келади.

Агар лампани электродларни қиздирмай ёкиш керак бўлса, бир онда совуқ ёндирувчи ЁРА қўлланилади (расм 41). Бир лампали схемада



Расм 9.7. Люминесцент лампани бир онда ёндирувчи ЁРА билан улаш схемаси: а-автотрансформаторни катта ички қаршилигили бир лампали; б-майдаланган фазази икки лампали.

400...600 В-га тенг салт ишлаш кучланишини ҳосил қилувчи катта ички қаршиликли трансформатор ёки автотрансформатор ишлатилади. Бу кучланиш совуқ лампани ёндириш учун етарли. Автотрансформатор чулғамини лампа билан кетма-кет уланган бир қисми дроссел ролини бажаради. Разряд ёндирилгандан кейин автотрансформатордаги кўпайтирилган тарқалиш ҳисобига лампада ишчи кучланиш $U_{л.ё.} \approx 0,5U_m$. Бир онда ёндирувчи ЁРА-ларни камчмликлари қувватни анча йўқотилишлари (лампа қувватини 40%-гача) ва электродларни оксид коплмасини тезда чангланиб кетишидан иборат.

Стартерсиз ЁРА-лар люминесцент лампаларни «майдаланган фаза» схемаси бўйича ёндириш учун қўлланилади. Схемани хусусияти шундан иборатки, бита лампа (*EL1*) кечикадиган ток занжирида ишлайди, иккинчиси эса (*EL2*) — олдинлайдиган ток занжирида. Бу лампаларни пульсланувчи оқимлари орасида 120° силжишни ҳосил қилади,

бу эса йиғинди нурланишни пульсланиш коэффициентини 2 мартадан кўпроққа пасайтиради.

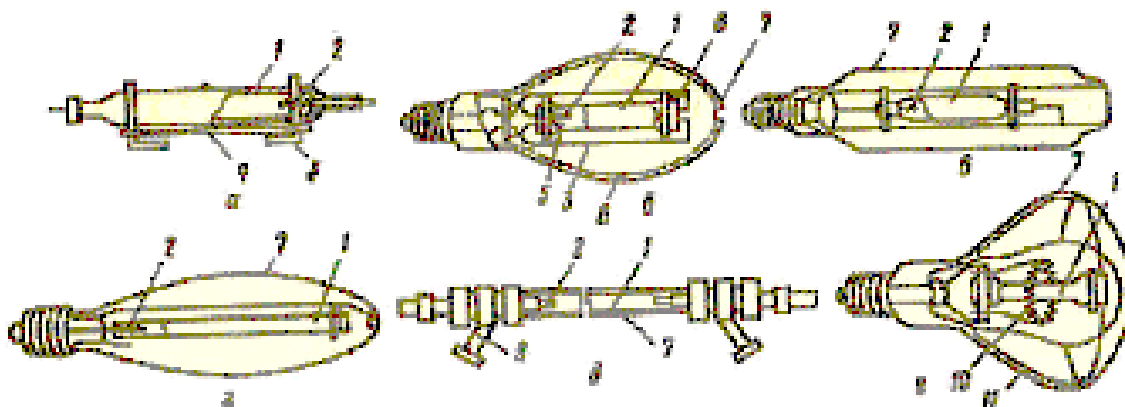
ЁРА-ларни янги схема ечимлари импульсли таъсир қиладиган ва калит режимида ишлаб, тармоқ кучланишини кенглик- ёки частота-импульсли модуляция қилиб лампа токини стабиллаштирадиган ярим ўтказгичли балластларни яратиш билан боғлиқ. Бунда балластни ички қаришилиги жуда оз, исрофлар унда деярли йўқ, ЁРА-ни **ФИК**-и эса 90%-дан ошиши мумкин. қувват коэффициенти компенсацияланмаган ЁРА-ли схемаларда – 0,35...0,6, кўп лампали компенсацияланган схемаларда 0,92-дан паст эмас.

ЁРА-ларни конструктив белгилари ва ишлатиш характеристикалари уларни белгиланишларида кўрсатилган.

Юқори босимли разрядланувчи лампаларни тузилиши ва иш принципи. Юқори босимли разрядланувчи лампалар люминесцентларга қараганда анча кичик габаритларга ва ҳар бирлигини каттароқ қувватига эга. Юқори босимли симобли лампаларни люминесцентлар билан қуввати бир хиллигида узунлиги деярли 10 марта кичик.

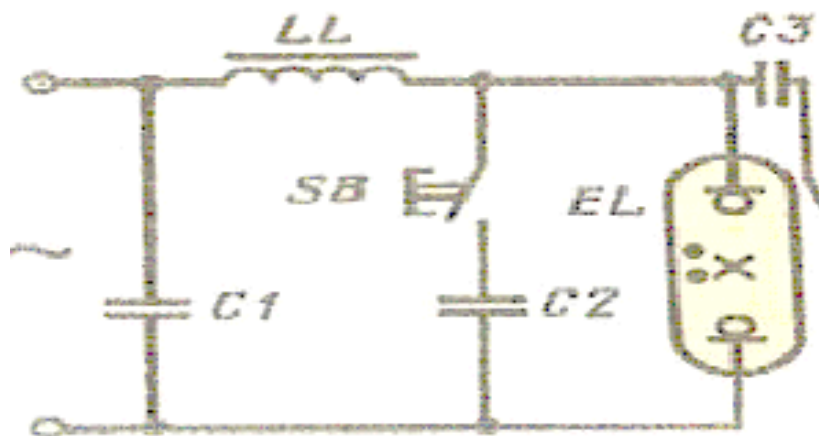
Габарит ўлчамлари кичиклиги ва юқори босим разряд трубкадаги ҳароратни белгилади – 700...750°C. Ш.у. лампани разряд трубкасини кварцли ойнадан ёки спектрни кўринадиган худудида юқори тиниқликка эга махсус керамикадан таййерланади.

Симобли трубкадаги ёйли лампалар (ДРТ) фақат юқори босимли битта кварцли разряд колбасидан таййерланади. Уларни тузилиши расм 9.15, а-да кўрсатилган. Лампани тармоққа дроссел билан кетма-кет резонанс схема бўйича улашади (расм 9.16). Резонанс натижасида дроссел ва **C2** конденсатордаги кучланиш тармоқ кучланишига нисбатан тахминан 2 марта кўпаяди. Бу лампада ёй разрядини ёндириш учун етарли. Ток ўтказувчи тасма лампани электродларини бирига кичик сифимли **C3** конденсатор орқали уланган. Конденсатор **C1** схемани қувват коэффициенти 0,92...0,93-гача кўтариш учун мўлжалланган.



Расм 9.8. Юқори босимли разрядланувчи лампалар:

а-ДРТ; б-ДРЛ; в-ДНаТ; д-ДКсТВ; е-ДРВЭД: 1-разрядланувчи кварц трубка (ДНаТ лампаларда керамикадан); 2 ва 5-асосий вольфрамли ва ёндирувчи қўшимча электродлар; 3-ушлагич; 4-мис фольга лентаси; 6-чекловчи резистор; 7-ташқи шиша колба (ДРВЭД лампаларда увиол шишадан); 8-люминофор қатлами; 9-совитувчи сув учун патрубк; 10-вольфрамли спирал (ичкарига қурилган актив балласт); 11-қайтарувчи қатлам (рефлектор).



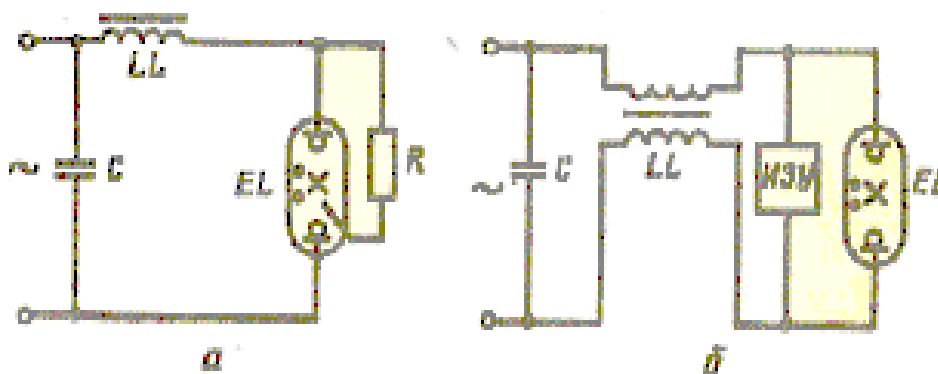
Расм 9.9. ДРТ лампани улаш схемаси.

ДРТ лампасида электр энергияси: ультрабинафша нурланишга 18%, инфрақизил нурланишга 15, кўринадиган нурланишга 15 ва исрофларга 52%-и сарфланади. ДРТ лампаси энг аввало ультрабинафша нурланиш манбааси. ДРТ лампасини спектрида тўлқин узунлиги 570 нм-дан юқори кўринадиган нурланишлар мавжуд эмас.

Лампани нурланиш оқими атроф ҳавони ҳароратига, ундаги кварц колбани сиртига ўтирадиган ва юқори ҳароратда уни тиниқлигини қайтмас ёмонлаштирадиган қаттиқ заррачаларни мавжудлигига боғлиқ. Кварц ойнасини спектрни ультрабинафша қисмида тиниқлигини камайиши ДРТ лампаларини иш муддатини белгилайди, бу муддат қуввати 230, 400, 1000 Вт лампалар учун 1500...3000 соатни ташкил қилади.

ДРЛ турдаги люминофорли, ёйли симобли лампалар икки колбага эга (расм 9.8, б). Ташқи колба 7 ичкарасидан люминофор 8 билан қопланган, унинг вазифаси – ультрабинафша нурланишни тўлқин узунлиги 570 нм-дан узунроқ, кўринадиган, яъни қизил нурланишга ўзгартириш. Люминофорни таркибига боғлиқ ҳолда лампани умумий оқимида уни нурланиш улуши 6...10%. Люминофорни хусусиятларини стабиллаштириш учун ташқи колба CO_2 билан тўлдирилган.

ДРЛ лампасини ёндириш учун кварцли разряд трубкани ичига қўшимча электрод 5-лар киритилган, улар чекловчи резисторлар 6 орқали қарама-қарши электрод 2-ларга уланган. Лампа тармоққа дроссел билан кетма-кет уланганда разряд аввал ёнма-ён асосий ва қўшимча электродлар орасида пайдо бўлади. Бу билан ҳосил қилинган разряд оралиғини ионланиши асосий электродлар орасида разряд пайдо бўлишига олиб келади, ундан кейин қўшимча электродлар ишламай қолишади (расм 9.12).



Расм 9.10. Юқори босимли разрядланувчи лампаларни улаш схемаси:

а-қўшимча ёндирувчи электрод билан; б-икки электродли импульсли ёндирувчи ускуна билан.

ДРЛ лампаларда люминофорли ташқи шиша колба туфайли энергия баланси **ДРТ** лампаларникига қараганда бошқача: ультрабинафша нурланиш йўқ, кўринадиган нурланиш 17%, инфрақизил нурланиш – 14, иссиқлик исрофлари – 69%. Энергияни анчагина йўқолишлари ташқи колбани 220...280°С-гача қизишига олиб келади.

ДРЛ лампасидаги люминофор симобли разрядни кўринадиган нурланишини спектрал таркибини яхшилайти. Аммо ранг узатиш сифати номақбул бўлиб қолади ва люминесцент лампаларникига қараганда анча ёмон.

Металлгалоген лампалар (расм 9.12, в) **ДРЛ** лампалардан люминофор қопламаси йўқ ташқи колбани шакли ва разряд трубқада қўшимча ёндирувчи электродларни йўқлиги билан фарқ қилади. Шунинг учун лампалар тармоққа махсус импульсли ёндирувчи ускуна-**ИЕУ**-лар мавжуд схема бўйича уланади (расм 44, б), улар юқори 2...6 кВ кучланишли импульслар генерациялайди.

Умумий вазифали ёритувчи **ДРИ** турдаги (ёй симобли нурланувчи қўшилмалар билан) металлгалоген лампалар қўшилмалар таркибига боғлиқ холда ранг узатишни юқори сифатини ва **ДРЛ** лампаларникидан юқорироқ нур **ФИК**-ига эга нурланишни турли спектрига эга.

Юқори босимли разряд лампаларни гуруҳида **ДНаТ** туридаги натрийли лампалар (ёй натрийли трубкали) (расм 9.12, г) катта нур **ФИК**-и ва чўзилган ташқи колба 7 билан фаркланадилар. Тўғри цилиндрсимон шаклдаги разряд трубқаси ярим тиниқ керамикадан (поликристалли алюминийдан) ёки тиниқ трубкали монокристалл (лейкосапфир)-дан тайёрланган. Бу материаллар натрий буғларини 1600°С-гача ҳароратда узоқ муддатли таъсирига дош бериб, кўринадиган нурланишни ўтказишни умумий крэффиценти 90...95%.

Тармоққа **ДНаТ** лампаларни **ДРИ** лампаларникига ўхшаш схемада уланади.

ДНаТ лампаларни нурланишини 70%-и 560...610 нм-ли тор спектрал зонада жойлашган (расм 9.5, 2). Сарик-пушти нурланиш ранг узатишни бузади. Ш.у. **ДНаТ** лампаларни асосан ташқарини ёритишга ишлатилади.

Ёй ксенонли трубкали лампалар (**ДКсТ**)-ни битта кварцли разряд колбада, ёй ксенонли трубкали сув билан совитилувчилар (**ДКсТВ**)-ни – иккита колбада (расм 9.12, д) тайёрланади.

Сув билан совитилмайдиган (**ДКсТ**) лампаларни спектрида ультрабинафша нурланишни кўплиги кузатилади. Бу камчилик **ДКсТЛ** лампаларда бартараф этилган, уларни колбалари легирловчи қўшилмали кварц шишадан тайёрланган. **ДКсТЛ** лампаларни спектрида тўлқин узунлиги 300 нм-дан кичик нурланиш йўқ.

Спектрни кўринадиган худудида ксенон лампаларни нурланиши табиий қуёшниқига яқинлашади ($T_{\text{ц}}=6100...6300^{\circ}\text{K}$)(расм 9.2, 3). **ДКсТВ** турдаги лампаларда кўринадиган нурланишни қисми қувватни фақат 10...12%-ини ташкил қилади.

Ксенон тўлдирилган лампаларни вольт-ампер характеристикаси – ўсувчи, ш.у. разряд токини чеклашни кераги йўқ, аммо уларни ёқиш учун бир неча ўн киловольт кучланиш керак.

ДРВЛ турдаги симоб-вольфрамли лампалар иккита колбадан тайёрланган (расм 9.8, е): симоб-кварцли разряд трубқа 1 ва ташқи шиша колба 7. Колбани шакли ички сиртдаги қайтарувчи қоплама 11-ни мавжудлиги ёки йўқлиги билан белгиланади. Ёритувчи лампаларда ташқи колба **ДРЛ**-никидай тайёрланган ва люминофор билан қопланган. Агар лампа ички қайтаргичга эга бўлса, шакли расм 9.12, е-да кўрсатилганга мос бўлади.

Разряд трубқа ва ташқи колба оралиғида трубқа билан кетма-кет уланган ва балласт қаршилиқ ролини бажарадиган вольфрамли спирал жойлашган. Унда лампа қувватини

тахминан ярми йўқолади. Бу **ДРЛ** ва **ДРТ** лампаларга қараганда 1,5...2 марта кичик эффектив **ФИК**-ни белгилайди.

Ёй симоб-вольфрамли диффузион қайтаргичли эритем **ДРВЭД** турдаги лампалар спектрни тўлқин узунлиги 280...5000 нм бўлган оптик қисми билан комплекс таъсир қилишга мўлжалланган. Уларни ташқи колбаси ультрабинафша нурланишни ўтказадиган махсус увиол шишадан таййерланган. Иш муддати вольфрам спирал томонидан 3000...5000 соат қилиб белгиланган.

Ёритувчи юқори босимли разрядланувчи лампаларни асосий характеристикалари.

Юқори босимли разрядланувчи лампаларни энергетик кўрсаткичлари уларни конструктив бажарилиши ва бирлик қувватига боғлиқ. Нур **ФИК**-и 4...18% (каттароқ қийматлар **ДНаТ** лампаларга тааллуқли).

Энергетик кўрсаткичларга балласт қаршиликларидаги қувват йўқотилишлари таъсир қилади. Энг қувватли лампаларда балластдаги исрофлар лампа қувватини 5...6%-дан ошмайди. Ишлаб чиқарилаётган лампаларни бирлик қуввати 50...50 000 Вт.

Юқори босимли разрядланувчи лампаларни спектрал характеристикалари асосан разряд трубкани тўлдирилиши билан белгиланади. Симобли **ДРЛ** лампаларда кўк-зангор нурланиш кўп, **ДНаТ** лампаларда – сариқ-пушти (расм 9.5). Ҳар икала нурланиш ҳам ранг узатишни бузади, ш.у. **ДРЛ** ва **ДНаТ** лампалар асосан ташқини ёритиш учун қўлланилади.

Юқори босимли разрядланувчи лампаларни нур тарқатиш қобилияти люминесцентлиникиларга қараганда ўрта ҳисобда пастроқ. Шу билан бирга натрийли лампаларни нур тарқатиш қобилияти ҳамма нурланишни электр манбаалари ичида энг юқори.

Юқори босимли разрядланувчи лампаларни нур тарқатиш қобилияти **ДРЛ** 80-да 40 лм/Вт, **ДРЛ-2000**-да 60 лм/Вт.

ДРИ турдаги металлгалоген лампалар нур тарқатиш қобилияти бўйича натрийлилардан пастроқ (65...90 лм/Вт), аммо нурланишни ранг узатишни юқори сифатини таъминлайдиган анча яхши спектрал таркибга эга.

Юқори босимли разрядланувчи лампаларни эксплуатация кўрсаткичлари люминесцентлиларникига қараганда умуман яхшироқ. Ташқи колба мавжудлиги туфайли лампаларни асосий параметрлари ташқи муҳит факторларига кам боғлиқ. Ҳаво ҳарорати $\pm 30^{\circ}\text{C}$ -да нур оқими номинал қийматдан тахминан «-5%»-га ўзгаради.

Ташқи колбасиз ишлайдиган юқори босимли симоб лампаларни (**ДРТ**) параметрларига атроф-муҳит ҳарорати сезиларли таъсир қилади. Ҳарорат пасайганда лампани нурланиш оқими ва қуввати анчагина ўзгаради, ҳарорат кўтарилганда кварц ойнани қорайиши ҳисобига лампани иш муддати қисқаради.

ДРЛ, **ДРИ**, **ДНаТ** лампаларни фойдали иш муддати 10...20 минг соатгача етказилган. Оқимни энг катта стабиллиги натрийли лампалар учун характерлидир. Уларни оқими 10 минг соат ишдан кейин 15...20%-га камаяди, **ДРИ** лампаларда эса – 40%-га (номиналга люминесцент лампалардаги каби 100 соат ишдан кейинги оқим қабул қилинади).

Ксенон лампаларни иш муддатини озлиги разряд трубкани сиртини катта ҳарорати билан белгиланган (750...800 $^{\circ}\text{C}$).

Юқори босимли разряд лампаларни хусусияти – ёндирилгандан кейин бир неча минут кузатиладиган ёниб кетиш режими. Симобли ва натрийли лампаларда бу режим ксенонлиникига қараганда давомийроқ.

Ёниб кетиш жараёнида лампани ҳамма параметрлари ўзгаради. Ёй разряди ёндирилгандан кейин симобли лампаларда ток кучи номинал қийматдан 1,5...2 марта кўп бўлади. қизиган сари лампа ичида буғ босими ўсади. Бу токни пасайиши ва нурланиш оқимини кўпайиши билан давом этади.

Босим ўсиши билан лампани ёниш кучланиши кўтарилади. Шунинг учун ўчган лампани фақат у совигандан ва бунга мос ёндириш кучланиши пасайгандан кейин қайта ёндириш мумкин.

Тармоқ кучланишини оғишлари юқори босимли разряд лампаларни ишига катта таъсир қилади, аммо нур берилиши кам ўзгаради, **ДНаТ** лампаларда эса амалда ўзгармай қолади.

Лампаларни ишлатишда уларни ёниш ҳолати муҳим аҳамиятга эга. Юқори босимли разряд лампали ёритувчи ускуналарни лойихалаш ва ишлатишда нурланишни каттагина пульсланишини ҳисобга олиб, уларни талаб этиладиган қийматларгача пасайтириш чораларни кўриш керак.

Назорат саволлари:

- 5. *Тўлдирилиш бўйича ёйли разрядланувчи лампалар қандай газлар билан тўлдирилади?***
- 6. *Газдаги электр разрядни тури ниманинг зичлигига боғлиқ?***
- 7. *Неча Гц ораллигида разрядланувчи лампани токини шакли синусоидага яқинлашади ва балласт қаршилиқни турига боғлиқ бўлмайди?***
- 8. *Паст босимли разрядланувчи лампаларни тузилиши ва иш принципини гапириб беринг.***

АДАБИЁТЛАР:

1. Кручинин А.М. и др., «Автоматическое управление электротермическими установками », изд-е 2., М.: Энергоатомиздат, 1996 г., 407 с.
2. Мирошник И., Теория автоматического управления. Линейные системы Учебное пособие , Питер, 2005 г.
3. Пупков К.А. Егунов Н.Д., ред., методы классической и современной теории автоматического управления: В 5 т. Т. 1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления. В 5-и тт Т: 1 Учебник, МГТУ им. Баумана, 2004 г

Қўшимча адабиётлар

1. Попов Е.П. «Теория линейных систем автоматического регулирования и управления». М.: Наука, 1989 г. 302 с.
2. Бессенерский В.А., Попов Е.П. «Теория систем автоматического регулирования» . М.: Наука, 1975 г.
3. Чиликин М.Г.: Сандлер А.С. «Общий курс электропривода». М.: Энергомиздат, 1981 г. 576 с.

Электрон ресурслар

1. www.Toshiba.com/semicomductors.Htm
2. www.siemens.com
3. www.radio.ru
4. www.ziyo.net
5. www.Русэлпром.ru.htm
6. www.ABB.com/semicomductors.Htm

