

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ  
ВАЗИРЛИГИ ҲУЗУРИДАГИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА  
РАҲБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ  
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ**

**БОШ ИЛМИЙ-МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ  
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ  
МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

**“Тасдиқлайман”**

**ТДТУ ҳузуридаги педагог кадрларни қайта  
тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш  
тармоқ маркази директори  
т.ф.н. Н.Э. Авезов**

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2015 йил

**ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР ЭЛЕКТР ТЕХНОЛОГИК ҚУРИЛМАЛАРИ  
МОДУЛИДАН**

**ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА**

**Ишлаб чиқди: т.ф.н. Ш. Б. Умаров**

**ТОШКЕНТ -2015**

## МУНДАРИЖА

МУНДАРИЖА.....	2
ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУРИ.....	3
МАРУЗАЛАР МАТНИ .....	11
1–МАВЗУ. КИРИШ. ҚАРШИЛИК УСУЛИДА ИШЛОВЧИ ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР ЭЛЕКТР ТЕХНОЛОГИК ҚУРИЛМАЛАР .....	11
2–МАВЗУ. ИНДУКЦИОН УСУЛИДА ИШЛОВЧИ ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР ЭЛЕКТР ТЕХНОЛОГИК ҚУРИЛМАЛАР .....	14
3–МАВЗУ. ЭНЕРГИЯ ТЕЖАМКОР ЭЛЕКТР ТЕХНОЛОГИК ҚУРИЛМАЛАРНИНГ ЗАМОНАВИЙ ТАЪМИНОТ МАНБАЛАРИ.....	18
АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР .....	21
1. ҚАРШИЛИК ЭЛЕКТР ПЕЧЛАРИ ВА ТЕРМИК ҚУРИЛМАЛАРИ ЭЛЕКТР КЎРСАТКИЧЛАРИ ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ.....	21
ТАҚДИМОТ МАТЕРИАЛЛАРИ.....	29

## ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУРИ

### МОДУЛНИНГ МАҚСАДИ ВА ВАЗИФАЛАРИ

“Энергия тежамкор электр технологик қурилмалар” модулининг мақсади тингловчиларни соҳадаги янги инновациялар, уларнинг тузилиши ва ишлаш принциплари билан таништириш орқали мутахассислик фанларини ўқитиш мазмунини бойитишга қаратилган билим, кўникма ва малакаларини такомиллаштиришдан иборат.

“Энергия тежамкор электр технологик қурилмалар” модулининг вазифаси:

- энергия тежамкор электр технологик қурилмаларнинг ишлаш асоси ва таркибий тузилишлари турли иш режимлари;
- энергия тежамкор электр технологик қурилмаларнинг математик моделларининг ҳар томонлама таҳлили ва асосий кўрсаткичларини ҳисоблаш;
- қаршилиқ ва индукцион электр печларнинг энергетик мутахассислик кўрсаткичларини ҳисоблаш ва уларни қандай бошқариш мумкинлиги усулларини ўргатиш;
- индукцион печларда энергия тежамкорлигига эришишда қувват коэффициентини оптималлаш усулларини ўзлаштиришга ўргатиш;
- энергия тежамкор электр технологик қурилмаларининг замонавий бошқариш тизимларнинг тузилиши ва функционал имкониятларини ўзлаштириш;
- энергия тежамкор электр технологик қурилмаларни оптимал бошқаришнинг турли амалий масалаларни таҳлил этишга, мустақил фикрлашга, қорорлар қабул қилишга тайёрлашдан иборат.

### МОДУЛ БЎЙИЧА БИЛИМЛАР, КЎНИКМАЛАР, МАЛАКАЛАРГА ҚЎЙИЛАДИГАН ДАВЛАТ ТАЛАБЛАРИ

**Кутилаётган натижалар:** Тингловчилар “Энергия тежамкор электр технологик қурилмалар” модулини ўзлаштириш орқали қуйидаги билим, кўникма ва малакага эга бўладилар:

#### **Тингловчи:**

- энергия тежамкор электр технологик қурилмаларларнинг ишлаш асоси ва таркибий тузилиши;
- энергия тежамкор электр технологик қурилмаларнинг статик ва динамик иш режимларини ифодаловчи математик моделларини тузиш усулларини;
- электр ва индукцион электр технологик қурилмаларнинг энергетик диаграммасини туза билиши ва энергетик кўрсаткичларини бошқариш усулларини;
- электр техник қурилмаларнинг тармоқдан истеъмол қилаётган электр қувватини оптималлаб уларнинг энергия тежамкорликка эришиши мумкинлиги усулларини;

- электр техник қурилмаларни тармоқдан истеъмол қилаётган электр энергияни минимумга келтириш имконини берадиган оптималлаш мезонларини ва уларнинг функционал схемаларини;

- саноати илғор ривожланган мамлакатларнинг олимлари ҳамда ўзбек олимларининг энергия тежамкор электр технологик қурилмалар соҳасида олиб бораётган илмий тадқиқотлари, эришган ютуқлари ва уларнинг ишлаб чиқаришда қўлланилишини **билишлари керак.**

**Тингловчи:**

- электр технологик қурилмаларлардан самарали фойдаланиш;

- электр технологик қурилмаларларнинг замонавий манбаларидан фойдаланиш;

- электр технологик қурилмаларларнинг математик моделларини тузиш усулларида фойдаланиш;

- электр технологик қурилмаларларнинг оптималлаш мезонларидан самарали фойдаланиш;

- “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналишда замонавий технология ва техникани кенг қўллаш;

- “Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишда ахборот коммуникация технологияларидан фойдаланиш;

- “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишнинг педагогик дастурий воситаларини ишлаб чиқиш;

- “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишнинг электрон ўқув материалларини яратиш;

- “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишда глобал ахборот тармоқлари – Интернет хизматларидан фойдаланиш;

- замонавий компьютер ва коммуникация техникаси воситаларидан фойдаланган ҳолда “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишнинг маъруза ва амалий машғулотлари учун кўргазмалар тақдимотлар яратиш;

- “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанлари бўйича виртуал стендлар ва тақдимотлар тайёрлаш;

- “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишда тақдимот муҳаррирлари қўллаш бўйича **кўникма ларга эга бўлиши зарур.**

**Тингловчи:**

- “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишнинг таълим жараёнида

компьютер ва коммуникация технологияларидан фойдаланиш ва амалиётга татбиқ этиш;

- “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишни замонавий педагогик ва ахборот коммуникация технологияларидан фойдаланган ҳолда маъруза ва амалий машғулотлари учун кўргазмалар тақдимотлар яратиш, улардан амалиётда фойдаланиш;

- “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишнинг электрон ўқув-методик базасини яратиш ва ундан фойдалана олиш *малакаларига* эга бўладилар

## **МОДУЛНИНГ ЎҚУВ РЕЖАДАГИ БОШҚА ФАНЛАР БИЛАН БОҒЛИҚЛИГИ ВА УЗВИЙЛИГИ**

Бу фан дастурининг бажарилиши талабаларнинг мазкур бакалавр йўналишининг “Энергия тежамкор электр юритма асослари”, “ЭМТ нинг аппаратлари, элементлари ва ўзгарткич техникаси”, “ЭМТ ва комплексларида энергияни тежаш” ва “Энергия тежамкор умумсаноат электр техник тизимлари ва мажмуалари” фанларини ўзлаштиришлари билан бирга амалга оширилади.

## **МОДУЛИНИНГ ОЛИЙ ТАЪЛИМДАГИ ЎРНИ**

Таълим тизимида сезиларли ўзгаришлар рўй бермоқда. Айниқса, илмий-техник тараққиётнинг тезда ўсиши “Энергия тежамкор электр технологик қурилмалар” модулининг олий таълимдаги ўрнида ҳам акс этмоқда.

Модул “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишнинг инновацион технологияларни яратиш ва улардан таълим тизимида фойдаланиш орқали таълимни самарали ташкил этишга ва таълим сифатини тизимли орттиришга ёрдам беради. Замонавий ахборот технологиялари ва педагогик дастурий воситалари, ахборот – коммуникация технологияларидан фойдаланишни узлаштириш ва ўқув – тарбия жараёнида қўллаш ҳақидаги билим ва кўникмаларни шакллантиришга асосланганлиги билан алоҳида аҳамиятга эга.

## Модул бирликлари бўйича соатлар тақсимоти: 24 соат

№	Мавзулар	Ўқув юкلامаси, соат						
		Хаммаси	Аудитория ўқув юкلامаси					Мустақил иш
			Ками	Назарий	Амалий	Тажриба алмашин	Кўчма	
1	Қаршилик усулида ишловчи энергия тежамкор электр технологик қурилмалар.	8	6	2	2		2	
2	Индукцион усулида ишловчи энергоия тежамкор электр технологик қурилмалар	8	6	2	2		2	
3	Энергия тежамкор электр технологик қурилмаларнинг замонавий таъминот манбалари	8	8	2	4		2	4
<b>Хаммаси</b>		<b>24</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>8</b>		<b>6</b>	<b>4</b>

### МОДУЛ БИРЛИГИНИНГ МАЗМУНИ

#### Назарий таълим мазмуни

**1 – мавзу. Кириш. Қаршилик усулида ишловчи энергия тежамкор электр технологик қурилмалар**

**Режа:**

1. Қаршилик электр печлари ва қиздирувчи қурилмаларининг турлари.
2. Қаршилик электр печларининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва уларнинг вазифалари.

Тингловчиларга қаршилик электр печлари ва қиздирувчи қурилмаларнинг турлари. Қаршилик электр печининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва уларнинг бажарадиган вазифалари. Иш режимлари таҳлили ва уларни оптималлаш усуллари. Қаршилик электр печининг эквивалент иссиқлик схемасини (ЭИС) тузиш шартлари. Камеравий қаршилик электр печининг экмвалент иссиқлик схемасини тузиш ва унинг эквивалент ўзгартириш усулини ишлаб чиқиш. Электр қаршилик печининг ўзгартирилган ЭИС асосида уни автоматик бошқариш тизимини ишлаб чиқиш.

## **2-мавзу: Индукцион усулида ишловчи энергия тежамкор электр технологик қурилмалар**

### **Режа:**

1. Индукцион эритиш печлари ва қиздирувчи қурилмаларнинг турлари.
2. Индукцион эритиш печларининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва бажарадиган вазифалари.

Индукцион усулда ишловчи печлар ва қиздирувчи қурилмаларнинг турлари. Индукцион тигель печининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва уларнинг бажарадиган вазифалари. Иш режимлари таҳлили ва уларни оптималлаш усуллари. Индукцион тигель печининг эквивалент иссиқлик схемасини (ЭИС) тузиш шартлари. Индукцион тигель печининг экмвалент иссиқлик схемасини тузиш ва унинг эквивалент ўзгартириш усулини ишлаб чиқиш. Индукцион тигель печининг ўзгартирилган ЭИС асосида уни автоматик бошқариш тизимини ишлаб чиқиш.

## **3 – мавзу. Энергия тежамкор электр технологик қурилмаларнинг замонавий таъминот манбалари**

### **Режа:**

1. Замонавий бошқарилувчи тўғрилагичлар.
2. Замонавий частота ўзгартгичлари

Замонавий частота ўзгарткичлар. Замонавий бошқарилувчи тўғрилагичлар ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва уларнинг бажарадиган вазифалари. Иш режимлари таҳлили ва уларни оптималлаш усуллари.

## **АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАВЗУЛАРИ**

### **1 – машғулот. Қаршилик электр печлари ва термик қурилмалари энергия самарадорлигини ошириш (2 соат)**

#### **Режа:**

1. Электр термик қурилмаларининг қиздирувчи элементлари қувватини уланиш схемалари асосида ростлаш.
2. Термик қурилмаларнинг қиздирувчи элементларини ҳисоблаш.

### **2 – машғулот. Энергия тежамкор қаршилик электр печининг герметик ҳолати кўрсаткичларини ҳисоблаш ва иссиқлик исрофларини камайтириш (2 соат)**

#### **Режа:**

1. Қаршилик электр печининг геометрик ўлчамларини ҳисоблаш
2. Иссиқликнинг нурли тарқалишининг физик асосларини ўрганиш ва ҳисоблаш

### **3 – машғулот. Индукцион тигель печининг геометрик ўлчамларини ҳисоблаш**

1. Кичик ва ўрта қувватли индукцион печларнинг асосий геометрик ўлчамларини ҳисоблаш методикасини ўзлаштириш.

2. Иссиқлик изоляциясини яхшилаш ҳисобига қаршилик электр печининг исрофларини камайтириш.

### **4 – машғулот. Индукцион тигель печининг электр ва энергетик кўрсаткичларини ҳисоблаш**

1. Индукцион тигель печининг электр ва энергетик кўрсаткичларини ҳисоблаш.

2. Қаршилик электр печининг геометрик ўлчамларини яхшилаш ҳисобига унинг исрофларини камайтириш.

### **Қўчма машғулотлар мавзулари**

1. Қаршилик электр печи герметик ҳолати ўзгаришининг қиздириш жараёнига таъсири тадқиқоти (2 соат).

2. Қаршилик электр печида металл буюмларни қиздиришнинг оптималлаш усули тадқиқоти. (2 соат)

3. Индукцион қиздириш қурилмасининг иш режимини оптималлаш тадқиқоти. (2 соат)

### **Мустақил иш мавзулари**

1. Қаршилик электр печларининг эквивалент иссиқлик схемаларини тузиш.

2. Индукцион тигел электр печларининг эквивалент иссиқлик схемаларини тузиш.

3. Индукцион тигел электр печларининг иссиқлик ҳолатини ҳисоблаш.

4. Индукцион тигел электр печида эритилган металлнинг иссиқлик жараенини математик модели.

5. Индукцион тигел электр печларининг қиздириш тургун режимини ҳисоблаш.

6. Индукцион тигел электр печларининг қиздириш уткинчи режимини ҳисоблаш.

7. Қопқоғи ёпиқ ҳолатда ишлайдиган индукцион тигел электр печининг эквивалент иссиқлик схемаси.

8. Рангли метални эритувчи керамик тигелли индукцион тигел электр печининг эквивалент иссиқлик схемаси.

9. Рангли метални эритувчи пўлат тигелли индукцион тигел электр печининг эквивалент иссиқлик схемаси.

10. Индукцион тигел электр печларининг бошқариш принциплари.

11. Индукцион тигел электр печларининг автоматик бошқариш тизимлари.

12. Электр қаршилик печларидаги энергия ресурсларини тежаш муаммосини ечиш.

13. Электр қаршилик печларидаги энергия ресурсларини тежаш устувор йўналишлари.



14. “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишга технологик ёндашув.
  15. “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишда АКТ имкониятларидан фойдаланиш.
  16. Мутахассислик фанларини ўқитишда таълимнинг интерфаол методларидан фойдаланиш.
  17. Энергиядан оқилона фойдаланиш маданиятини шакллантириш усуллари.
  18. “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши фанларини ўқитишда бўлажак мутахассисларнинг инновацион салоҳиятини шакллантириш йўллари.
  19. “Электр техникаси, электр механгикаси ва электр технологиялари (тармоқлар бўйича)” йўналиши мутахассисларини илмий-ижодий фаолиятга йўналтириш масалалари.
  20. Индукцион тигел электр печларининг юкланиш турли даражасидаги иссиқлик параметрларини ўзгариши.
- Эслатма:** Тингловчи келтирилган мавзулардан ихтиёрий бирини танлаб, шу мавзу асосида иждоий изланиб мустақил ишни тайёрлайди ва тақдимот ўтказиб беради.

## **Фойдаланиладиган адабиётлар рўйхати**

1. И.А.Каримов. Юксак маънавият – енгилмас куч. “Маънавият”. –Т.: 2008.- 176 б.
2. Арипов М. Интернет ва электрон почта асослари.- Т.; 2000 й. 218 б.
3. Азизходжаева Н.Н. “Педагогик технология ва педагогик маҳорат” Чўлпон: 2005й. 213
4. Электротермическое оборудование. Справочник. – М.: Энергия, 1980.
5. Тиристорные преобразователи повышенной частоты для электротехнологических установок. – Л.: Энергоатомиздат, 1983.: .
6. Блинов А.С. и др. Энергосберегающие электротехнологии. С – П.: 2000г.
7. Хашимов А.А., Мирисаев А.У., Пулатов А.О. Электротехнология асослари фанидан маърузалар матни. Ташкент.: ТДТУ, 2002 .
8. Хошимов О.О., Имомназаров А.Т. «Основы электротехнологии» конспект лекций. Ташкент: ТГТУ, 1999.
9. Imomnazarov A.T. Sanoat korxonalarini va fuqarolik binolarining elektr jihozlari. – Toshkent: «ILM ZIYO», 2006. -185 b.
10. Свенчанский А. Д. Электрические промышленные печи. ЧI-II. - М.: Энергия, 1983.
11. Автоматическое управление электротермическими установками /Под ред. А.Д.Свенчанского. - М.: Электроатомиздат, 1990 г.

12. Хашимов А.А., Имамназаров А.Т. и Пулатов А.А. Тепловые режимы работы индукционных тигельных печей. Ташкент: «Fan va texnologiya», 2013. 116 с.

13. Imomnazarov A.T. Ekekr texnologiy asoslari. Oliy o`quv yurtlari uchun darslik. - Toshkent: Fan va texnologiya, 2015. - 225 b.

**Интернет маълумотларн:**

1. [www.labview.ru](http://www.labview.ru)
2. [www.matlab.com](http://www.matlab.com)
3. [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com)
4. [www.energystrategy.ru](http://www.energystrategy.ru)
5. [www.uzenergy.uzpak.ru](http://www.uzenergy.uzpak.ru)
6. [www.uzdavenergonazorat.uz](http://www.uzdavenergonazorat.uz)
7. [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)
8. [www.edu.uz](http://www.edu.uz)

## МАРУЗАЛАР МАТНИ

### 1—мавзу. Кириш. Қаршилик усулида ишловчи энергия тежамкор электр технологик қурилмалар

*«...муқобил энергетика турларидан фойдаланиш соҳасида илгор илм-фан ютуқларига асосланган кичик бизнес ва хусусий тадбиркорликни ривожлантиришига кенг йўл очиб беришимиз зарур»*

Ислон КАРИМОВ

#### Маъруза режаси:

1. Қаршилик электр печлари ва қиздирувчи қурилмаларининг турлари.
2. Қаршилик электр печларининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва уларнинг вазифалари.

**Таянч сўз ва иборалар:** Энергетика, энергетик ресурслар, электр энергияси, инвертор, индуктор, индукцион қиздириш, индукцион ток, индукцион тигел печи, магнетрон, магнетизм, магнит исрофи, электр схемаси, актив қувват, реактив қувват, қоплаш ускуналари, электр механик тизим, электр ва электрон аппаратлар, ўзгартиргичлар.

#### 1. Қаршилик электр печлари ва қиздирувчи қурилмаларининг турлари.

Замонавий электр технологик қурилмаларда электр энергия иссиқлик, механик ва бошқа турдаги энергияга ўзгартирилиб, аниқ технологик вазифаларни бажаришга хизмат қилади. Электр ёрдамида қиздириш жараёнлари металлургия, машинасозлик, кимё саноати, қурилиш, қишлоқ хўжалиги ва шунингдек ишлаб чиқаришнинг бошқа соҳаларида ҳам кенг қўлланилади. Электротехнологик қурилмаларга электр печлар ва қиздирувчи қурилмалар, электролиз ванналар, электр пайвандлаш қурилмалари; электр учқун, электр импульси ва майдони таъсирида деталларга ишлов берувчи қўплаб турдаги қурилмалар ва мосламалар киради.

Энергия тежамкор электр технологик қурилмалар доирасида асосан қаршилик электр печлари ва индукцион эритиш ҳамда қиздириш қурилмалари ўрганилади.

Қаршилик электр печларининг бошқарилувчи электр кўрсаткичларини бошқариш, иш режимларини оптималлаш, герметик ҳолатларини яхшилаш билан ва ҳ.к. усулларни қўллаш натижасида энергия тежамкорликка эришиш мумкин. Электр қаршилик печлари конструктив жиҳатдан асосан қиздирувчи элементлари, ўтга чидамдли футеровка, иссиқлик изоляцияси ва ташқи муҳит таъсирини камайтирувчи метаа сиртдан иборат бўлади. Таъминот манбалари сифатида бошқарилувчи ўзгармас ва ўзгарувчан ток ўзгарткичлар ва куч трансформаторлари қўлланилади.

Бундай усул билан материалларни қиздириш *қаршилик усули билан қиздириш* дейилади. Материалларни қаршилик усули билан қиздириш икки турга бўлинади: бевосита ва билвосита.

Бевосита усулда материаллар қиздирилганида, қиздирилаётган материалдан ўтаётган ток ҳосил қилган иссиқлик ҳисобига ўша материал қизийди.

Билвосита усулда материаллар қиздирилганида, алоҳида қиздирувчи элементдан ўтаётган ток ҳосил қилган иссиқлик энергия иссиқлик ўтказувчанлик, конвенция ёки нурланиш асосида қиздирилаётган жисмга узатилади ва уни қиздиради.

Қаршилик усули билан билвосита қиздириш, қаршилик электр печларида (ҚЭП), контактли ва инфрақизил нур билан қизитиш қурилмаларида ва электр хўжалик асбобларида (электр плита, кавшарлагич, электродуховка, калорифер, электр чойнак ва ҳ. к.) кенг қўлланилади.

Саноатнинг турли соҳаларида кенг қўлланиладиган қаршилик электр печлари бажарадиган технологик вазифаларига кўра иссиқлик билан қайта ишловчи, эритувчи ва

қуритувчи турларга бўлинади. Иссиқлик билан қайта ишловчи ҚЭП ларда қора ва рангли металл, ойна, керамика, пластмасса ва бошқа материаллар иссиқлик ва иссиқлик – кимёвий усуллар билан қайта ишланади. Эритувчи печларда осон эрувчи рангли металл ва уларнинг қотишмалар эритилади. Қуритувчи печларда эса металлокерамика буюмлар, қуёв шакллар, лак бўёқ суртилган деталларнинг сиртлари қуритилади.

Ҳарорат режими бўйича ҚЭП лар паст ( $600 - 700^{\circ}\text{C}$  гача), ўртача ( $1250^{\circ}\text{C}$  гача) ва юқори ( $1250^{\circ}\text{C}$  дан юқори) ҳароратли турларга бўлинади. Паст ҳароратли ҚЭП ларда иссиқлик узатиш асосан конвенция усули билан амалга оширилади. Паст ҳароратли печларда асосан рангли металл ва уларнинг қотишмаларига иссиқлик билан ва механик ишлов бериш давомида қиздириш ҳамда металллардан тайёрланган ярим тайёр деталларни қуритиш амаллари бажарилади. Ўртача ҳароратли печларда иссиқлик узатиш асосан нурланиш асосида амалга оширилади. Ўртача ҳароратли печларда қора ва рангли металллардан тайёрланган деталарни тоблаш, қуйдириш ва иссиқлик – кимёвий ишлов бериш ва чиниқтириш каби технологик жараёнлар бажарилади. Бу ҚЭП лари асосан машинасозликда деталларни штамповкалаш ва пресшлаш асосида тайёрлаш жараёнида қўланилади. Юқори ҳароратли ҚЭП лар монокристаллларни ўстиришда, қийин эрийдиган металл ва қотишмаларга иссиқлик билан қайта ишлов беришда ва уларни эластик деформациялашдан олдин қиздиришда, металлокерамик деталларни улашда кенг қўлланилади.

## **1.2. Қаршилик электр печларининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва уларнинг вазифалари.**

Ҳар қандай қаттиқ ёки суяқ ҳолатдаги электр ўтказувчи материаллардан электр токи ўтганида, бу материалларни қиздириб иссиқлик ажратиб чиқаради. Жоул – Ленц қонуни бўйича ажралиб чиқаётган иссиқлик энергияси қуйидаги формула билан аниқланади:

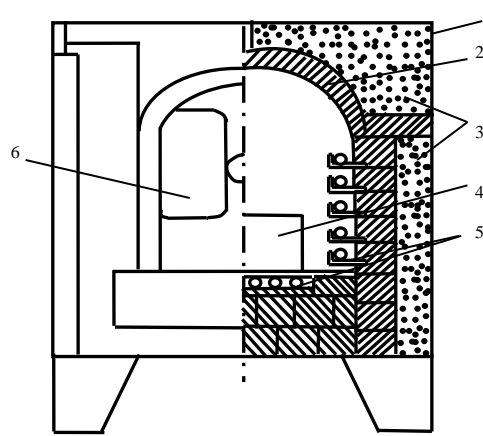
$$Q = I^2Rt,$$

бу ерда  $I$  – қаттиқ ёки суяқ ҳолатдаги электр токи ўтказувчи материаллардан ўтаётган токнинг қиймати,  $A$ ;  $R$  – электр токи ўтказиётган материалнинг электр қаршилиги,  $\text{Om}$ ;  $t$  – электр токи ўтказувчи материалнинг электр тармоғига уланиб турган вақти, соат.

Бундай усул билан материалларни қиздириш *қаршилик усули билан қиздириш* дейилади. Материалларни қаршилик усули билан қиздириш икки турга бўлинади: бевосита ва билвосита.

Қаршилик электр печларининг турлари ва конструктив тузилиши хил-ма – хил бўлса ҳам, ҳамма турлари учун зарурий бўлган умумий элементлари мавжуддир (1 – расм).

ҚЭП нинг сирти (1) одатда профилланган пўлат варақдан ясалиб, печга йўналтирилган барча механик таъсирлардан муҳофаза қилишга хизмат қилади. Печ ичидаги иссиқлик исрофини камайтириш мақсадида печ сирти билан ўтга чидамли қатлам (2) орасига изоляцион материал (3) жойлаш-тирилади. Изоляцион материал сифатида керамик плита, ғишт, блок ва бошқа турли изоляцион материаллардан фойдаланилади. Ўтга чидамли қатлам (2) печнинг ички юзасини ташкил этади ва у иссиқлик билан ишлов берилиши керак бўлган материал ёки детал (4) ва қиздирувчи элементлар (5) ҳосил қиладиган иссиқлик зўриқишларига чидаши лозим. Қиздирувчи элементлар печнинг ички юзаси бўйлаб жойлаштирилган бўлиб, қиздиралаётган жисм ёки деталларни қисман ёки тўлиқ ўраб туради. Қаршилик электр печлари материал ва деталларни печ ичига киритиш ва ундан олиш учун ёрдамчи механизмлар билан ҳам жиҳозланган бўлади. Печ ичига материал ёки деталлар эшикча (6) орқали киритилади. Ёрдамчи механизмларнинг таркибий қисмлари иссиққа чидамли пўлатлардан ясалган бўлади.



1 – расм. Камеравий қаршилик электр печининг конструктив тузилиши

ҚЭП ларнинг асосий элементларидан бири бу қиздиргичлардир. Қиз-диргичлар иссиқликка чидамли волфрам ва молибден каби металллардан, нихром, ва алюминийли нихром каби металл қотишмалардан ва шунингдек карборуд ва графит каби нометалл қотишмалардан сим ёки лента кўринишда тайёрланади.

#### Назорат саволлари

1. Қаршилик электр печларининг вазифаси.
2. Қаршилик электр печларининг ишлаш принципи.
3. Қаршилик электр печларининг конструкцияси.
4. Қиздирувчи элементлар печнинг қайси қисмга жойлаштирилади?
5. Қиздирувчи элементлар қандай материалдан тайёрланади?
6. ҚЭП нинг сирти қандай материалдан тайёрланади?
7. ҚЭП нинг сирти вазифаси нимадан иборат?

## **2–мавзу. Индукцион усулида ишловчи энергия тежамкор электр технологик курилмалар**

### **Маруза режаси:**

1. Индукцион эритиш печлари ва қиздирувчи курилмаларнинг турлари.
2. Индукцион эритиш печларининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва бажарадиган вазибалари.

### **Таянч сўз ва иборалар.**

Ростланувчи кўрсаткич, индукцион эритиш каналли печлар, индуктор токи частотаси, резонатор, солиштирма электр қаршилиқ, терможуфтлик, термоқаршилиқ, терморезисторли ўзгарткич, терморостлагич, уюрма ток.

### **1. Индукцион эритиш печлари ва қиздирувчи курилмаларнинг турлари**

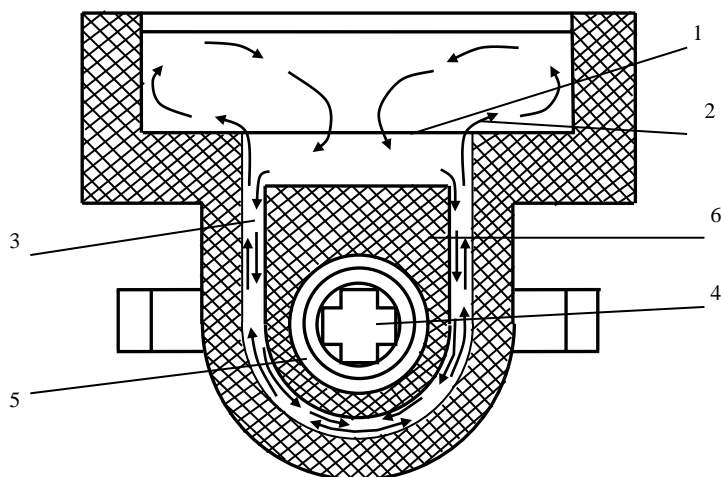
Индукцион қиздириш, электр энергия қиздириладиган жисмга бевосита узатилиб, электр ўтказувчи материални жуда оз вақт ичида, ҳеч қандай контакт курилмаларсиз тўғридан – тўғри қиздириш имконини беради. Индукцион курилмаларда қўлланиладиган кучланишнинг частотаси кенг ораликда ўзгариши (50 Гц дан юзлаб МГц гача) ва курилмаларнинг куввати 16 – 20 МВт гача бўлиши билан характерлидир. Индукцион печларнинг сифими 100 тоннагача бўлиши мумкин.

Электр энергиянинг 86%  $\Delta$  – қалинликда иссиқлик энергияга ўзгаради. Одатда бу қатламда уюрма тоқларнинг деярли бутун актив энергияси иссиқлик энергияга ўзгариб, бу қатламнинг ҳарорати жисмнинг ички қисмига иссиқлик ўтказувчанлик бўйича узатилади. Тоқлар зичлигининг жисм ичкарасига кириб бориш чуқурлиги қиздириладиган жисмнинг физик кўрсаткичларига ва индуктор тоқининг частотасига боғлиқ.

Индукцион эритиш печлари каналли ва тигел печларга бўлинади. Каналли печлар уч фазали электр тармоқдан таъминланади. Тигел печлар бир фазали электр тармоғига уланади.

Канал печида (6 – расм) эритиладиган металл пўлат ўзак атрофида аниқ қисқа туташган ҳалқа (2) ҳосил қилади. Индуктор чулғами (5) сув билан совутишга мўлжалланган мис қувурчалардан иборат бўлиб, пўлат ўзак (4) қа киргизилган бўлади ва у электр энергия манбаига уланади.

Канал печининг ишлаши трансформаторнинг ишлашига монанд бўлиб, бирламчи чулғам вазибасини индукторнинг чулғами бажаради, иккиламчи чулғам вазибасини эриётган металл ҳосил қилган қисқа туташган ҳалқа бажаради. Печ канали (3) U – кўринишда бўлиб, кўндаланг кесими одатда тўғри тўртбурчак шаклида бўлади. Печ ваннаси (1) тагига каналнинг бошланиши ва охириги учлари чиқиб боради. Канал печи ваннасининг таг қисмида асосий эритиладиган масса жойлашган бўлади. Канал индуктори ва печ қобуғидан иборат таглик тош деб аталувчи юқори сифатли ўтга чидамли керамик материалдан тайёрланган яхлит блок (6) печнинг ажраладиган қисмини ташкил этади. Уюрма тоқлар таъсирида қизиб суюқ холга келган металл канал бўйлаб ҳаракатда бўлиб, унинг баъзи майда бўлакчалари каналнинг деворларига ёпишиб қолади. Таглик тош, индуктор ва пўлат ўзак стержен (4) конструктив жиҳатдан индукцион бирлик деб аталадиган печнинг ажралувчи қисмини ташкил этади. Печ бир уч фазали ёки учта бир фазали индукцион бирликлардан иборат бўлиши мумкин. Индукцион канал печлари электр тармоғи учун уч фазали юкланиш вазибасини бажаради.



6 – расм. Индукцион канал печининг конструктив тузилиши

Индукцион канал печларикатта қувватли бўлиши ва қуввати кенг ораликда ростланиши мумкинлиги билан бошқа эритувчи печлардан фарқланади. Уларнинг ажралувчи индукцион бирликлари қувватининг қиймати 200 – 2000 кВА ораликда бўлиши мумкин.

Индукцион бирлик қуввати 300 кВА дан юқори бўлган печ юкланиш остида иккиламчи ёки бирламчи чулғамлари сонини ўзгартириб, ростланувчи юқори кучланишли куч трансформатори орқали электр энергия тармоғига уланади. Бундай трансформаторларнинг қуввати 400 – 1600 кВА бўлиб, бирламчи чулғамлари 6 ёки 10 кВ кучланишли электр тармоғига уланади.

Канал печларида индуктор билан канал орасидаги ораликнинг катталиги сабабли, реактив қувват истеъмолининг актив қувват истеъмолига нисбатан бир неча марта бўлиши олиб келади ва бу эса печ қувват коэффициентининг паст бўлади, яъни 0,3 – 0,7 ни ташкил этади. Қувват коэффициентининг қиймати индуктор ҳосил қилаётган электромагнит майдони оқимининг эриётган металлда эмас балки уннинг атрофида бефойда ёйилиши билан изоҳланади, бу ёйилиётган электромагнит энергия қанча кўп бўлса, шунча канал печидаги эритилаётган металлнинг актив қаршилиги ва қувват коэффициенти паст бўлади. Солиштирма электр қаршилиги кичик бўлган металарни (масалан, мис ва алюминийларни) эритишда ишлатиладиган индукцион канал печларининг қувват коэффициенти паст бўлади. Печнинг қувват коэффициентини ошириш учун одатда индуктор чулғамига параллел конденсаторлар батареяси уланади.

Канал печларининг асосий афзалликларидан бири, бу электрик ФИК нинг юқори бўлишидир. Канал печларида металларни эритиш электр энергия сарфи кам бўлган иш режимларида олиб борилади. Масалан, қаршилик электр печида бир тонна алюминийни эритиш учун 500 – 600 кВт сарф бўлса, канал печида эритилганида эса 450 – 550 кВт сарф бўлади. Канал печларида суюлтирилган металларда электродинamik ҳаракатнинг мавжудлиги алоҳида аралаштиргичларсиз кимёвий таркиби бир жинсли металларни олиш имконини беради. Печ ваннаси юзасида металларнинг ҳарорати юқори бўлмасилиги сабабли уларнинг оксидланиш даражаси паст бўлишига ва натижада металл эзасида қурум кам ҳосил бўлади.

Мухим камчиликларидан бири, навбатдаги эритиш жараёни учун албатта ”балчик” (қуйишга тайёр бўлган сўноқ металлнинг печ тубида қолдириладиган қисми) қолдириш шартлигидир. Бир турдаги металл ёки қотишмани эритишдан кимёвий таркиби бошқа бўлган иккинчи турдагисига ўтишнинг мураккаблиги, таглик тошларнинг юқори ҳароратли метал ва қотишмалар учун тайёрлашнинг қийинлиги ва уларнинг ўтга чидамлилигининг пастлиги канал печларининг асосий камчиликларидир. Ҳозирда канал печларида қўлланиладиган футеровка материаллари эриш ҳароратини 1350 °C дан юқори бўлмаган (рух,

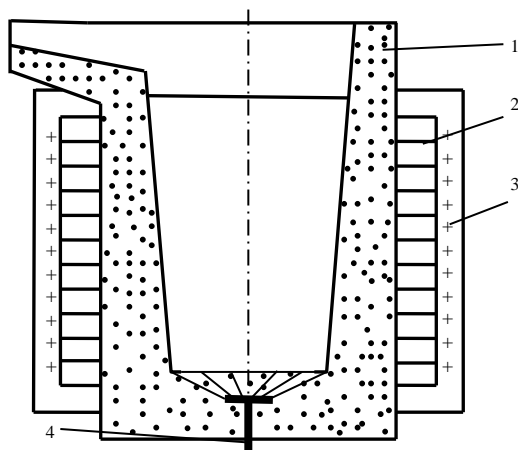
алюминий, мис, мис асосидаги қотишмалар ва ҳ.к.) металл ва металл қотишмаларини эритиш имконини беради.

Индукцион тигель печининг ишлаш асосини керамик материалдан тайёрланган тигелга индуктор кийгизилади ва индуктор ҳосил қиладиган электр магнит майдон куч чизиқлари тигелдаги эритилаётган металда ҳосил бўладиган уярма тоқлар натижасида кизийди ва пиравардида эрийди. Индукцион тигель печь ичидаги ҳароратни ва металлнинг эриш жараёнини бошқаришни иссиқлик жараёнининг математик модели бўйича бошқариш катта самара беради.

## 2. Индукцион эритиш печларининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва бажарадиган вазифалари

Металларни эритишда индукцион тигел печлар қўлланилади (7 – расм). Бундай печларнинг асосини ўтга чидамли материалдан ясалган тигел (1) ташкил этади. Сув билан совутиладиган мис қувурчалардан ташкил топган чулғам индуктор (2) тигелни ўраб туради. Тигел ва индуктор каркас (3) ичига жойлаштирилади. Каркаснинг металлдан тайёрланган қисми электрик ёпиқ контур ҳосил қилинмайдиган қилиб тайёрланиши керак. Бундан ташқари, эриган металл заррачаларининг тигел деворларининг микроскопик ғовақларига кириб қолиб, тигелнинг электр ўтказувчанлигини ошириб юборишини назорат қилиш мақсадида, тигелнинг туби девори электр қашилигини назорат қилувчи қурилма (4) ўрнатилган бўлади.

Индукцион тигел печлар саноат частотали (50 Гц ли), ўрта частотали (159 – 10000 Гц ли) ва юқори частотали (50 – 500 кГц ли) турларга бўлинади. Ўрта частотали тигел печлар частота кўпайтиргичли манбалардан, электромеханик ва ярим ўтказгичли частота ўзгартгичлар орқали электр энергия билан таъминланади. Юқори частотали тигел печларнинг электр энергия манбаи сифатида лампали генераторлар қўлланилади. Индукцион тигел печларнинг асосий камчиликлари: печ тубидаги шлак ҳароратининг нисбатан паст бўлиши, катта электродинамик кучлар таъсирида суюқ металл юзасининг шишиб ва пасайиб туриши, кичик ва ўрта сизимли печлар учун юқори ва ўрта частотали электр энергия манбаларининг бўлиши шартлиги.



7 – расм. Индукцион тигел печининг тузилиши:

Тигел печи индукторининг чиқараётган электромагнит майдон энергиясини тигел ичидаги металлнинг ютиш даражаси индуктор тоқининг частотасига, тигел ва индуктор диаметрларининг нисбатига, металлнинг электрофизик хусусиятларига ва ўлчамларига боғлиқдир. Ўз навбатида тигел ичидаги ҳароратнинг ўзгариши эриётган металл парчалари ўлчамларининг, магнит сингдирувчанлигининг ва солишгирма қаршилигининг ўзгаришига олиб келади. Бундан шундай хулоса қилиш мумкинки, индуктор тоқи частотаси қийматини



тўғри танлаш, тигел печи ичидаги металлнинг суолтирилган ҳолатга келиши энг кам вақтда бўлишини таъминлайди.

Индуктор токи частотасининг энг кичик қиймати қуйидаги ифода билан аниқланади

$$f_{\min} = 25 \cdot 10^6 \rho_{uc} / d_0^2,$$

бу ерда  $d_0$  – тигелнинг диаметри, м;  $\rho_{uc}$  – эриш даражасидаги иссиқ металлнинг солишгирма электр қаршилиги.

Печ индуктори токининг частотаси (4.9) ифода бўйича ҳисобланган ҳол учун печнинг иссиқлик бўйича ФИК энг юқори бўлади.

Частота қийматининг пасайиши печнинг умумий ФИК нинг камайишига олиб келади, частота қиймати оширилганида эса печнинг умумий ФИК қиймати деярли ўзгармаган ҳолда қувват коэффициенти пасаяди. Агар тигел ички диаметрининг уярма тоқлар зичлигининг эриган металлга кириб бориш чуқурлигига нисбати 3 – 10 бўлса, у ҳолда ушбу режимни таҳминлаган индуктор токининг частотаси тўғри танланган бўлади.

### Назорат саволлари

1. Индукцион канал печининг конструктив тузилиши.
2. Индукцион канал печининг асосий қисмлари.
3. Индукцион эритиш печларининг ишлаш асоси
4. Индукцион эритиш печлари турлари.
5. Футеровка вазифаси.
6. Канал печи трансформаторнинг бирламчи чулғам вазифаси.
7. Канал печи трансформаторнинг иккиламчи чулғам вазифаси.

### 3-маву. Энергия тежамкор электр технологик қурилмаларнинг замонавий таъминот манбалари

#### Маъруза режаси:

- 1.Замонавий бошқарилувчи тўғрилагичлар.
- 2.Замонавий частота ўзгартгичлари

#### Таянч сўз ва иборалар.

Электротермия, электротехнология, ўлчов ўзгарткичи, ўзгармас ток кўприги, ўзгармас ток потенциометри, бошқарилувчи тўғрилагич, частота ўзгартгич, тиристор, бошқариш бурчаги, импульс кенглиги.

#### 1. Замонавий бошқарилувчи тўғрилагичлар

Қаршилиқ электр печларини электр энергия билан таъминлаш ва бошқариш мақсадида тиристорли бошқарилувчи тўғрилагичлар қўлланилади. Бу тўғрилагичларнинг кенг функциональ хусусиятли иш режимиде ишлаши учун, яъни печни ишга тушириш, печь ичида ишчи ҳароратни стабил ушлаб туриш мақсадида ҳарорат ўлчов ўзгарткичлардан фойдаланилади.

Кучланишни кўпайтирувчи тўғрилагич схемаси

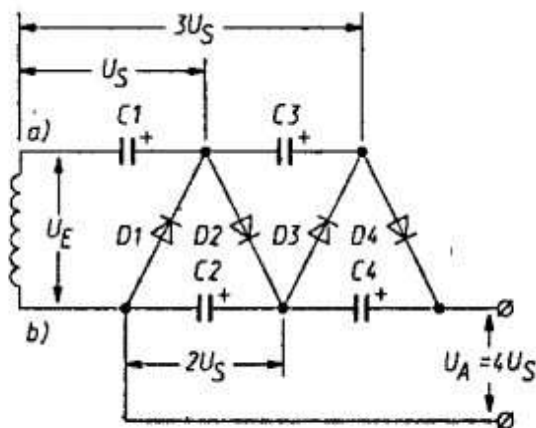


Рис. 15

Оддий трансформаторларда ҳосил қилинадиган юқори кучланишли ўзгармас ток манбалари.

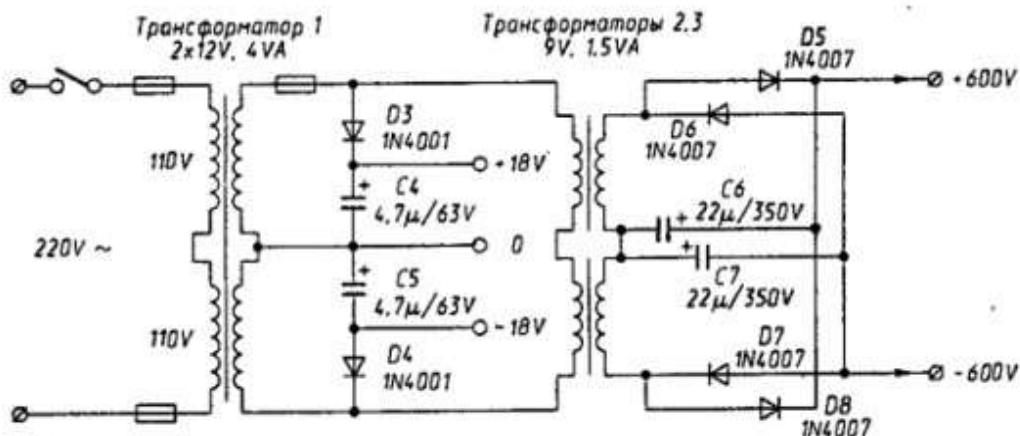


Рис. 16

Шенкел-Виллард(Вийяр) кучланишни кўпайтирувчи тўғрилагич схемаси.

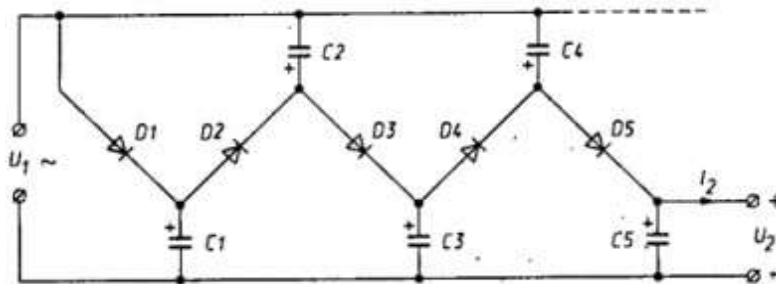


Рис. 17

Гибридли кучланишни кучайтирувчи тўғрилагич

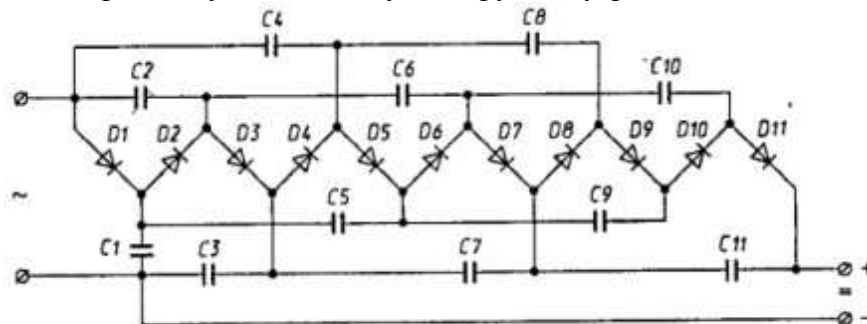


Рис. 18

схемаси.

Симметрик кучланишни кўпайтирувчи тўғрилагич схемаси.

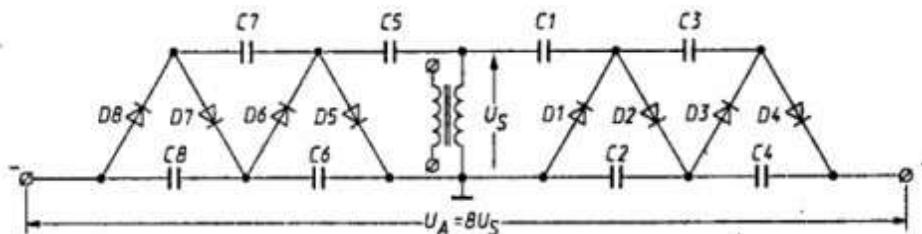


Рис. 19

Катта қувватли кучланишни кўпайтирувчи тўғрилагич схемаси.

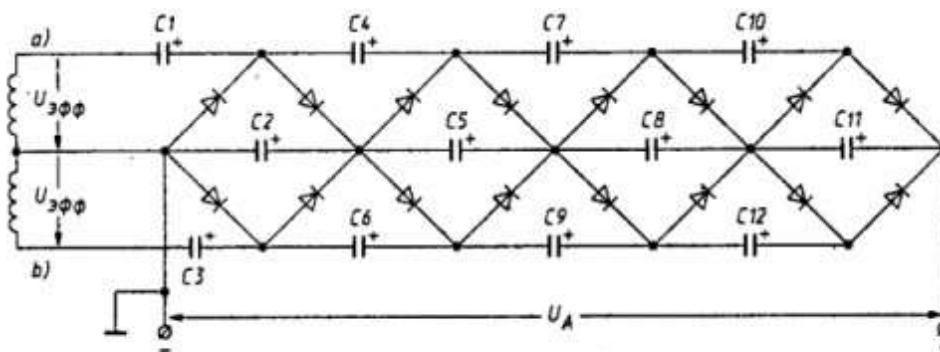
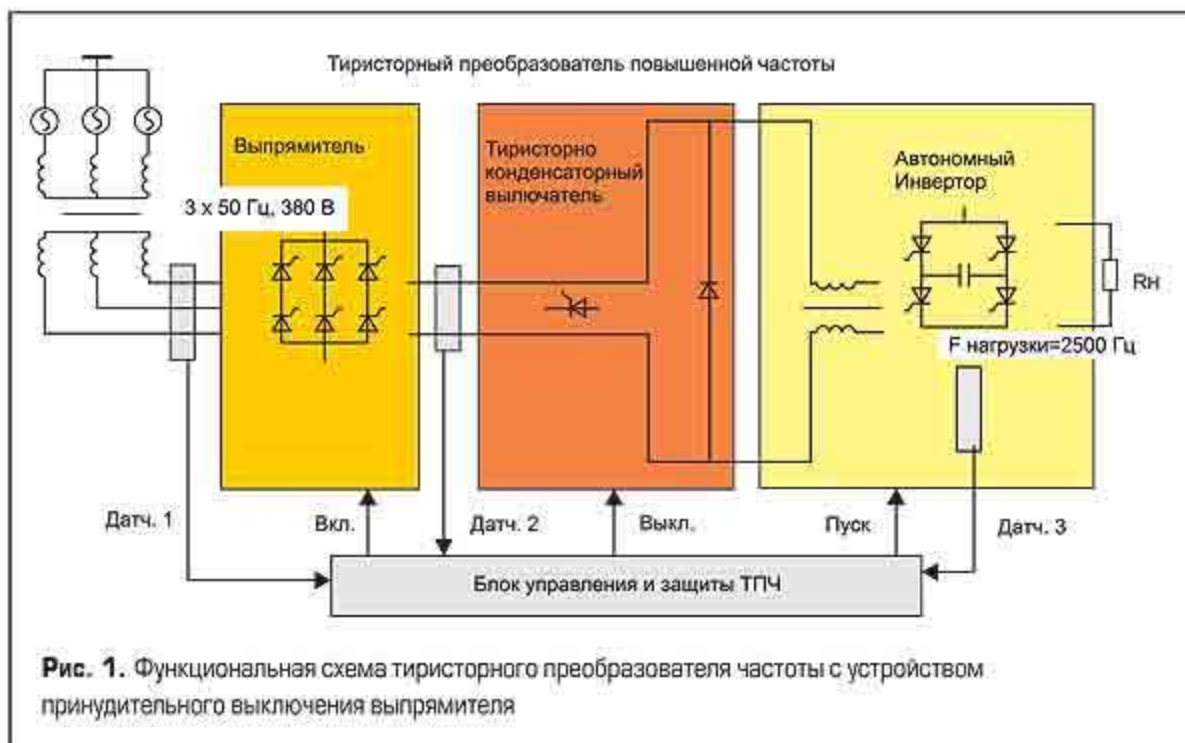


Рис. 20

## 2. Замонавий частота ўзгартгичлари.

Индукцион тигель печини электр энергия битлан таъминлашда тиристорли частота ўзгарткичлар воситасида амалга оширилади. Замонавий частота ўзгарткичлар индукцион тигель печининг барча иш режимларини оптималь бошқариш имконини беради. Ҳозирда тўлиқ бошқариладиган тиристорлар ва катта токка мўлжалланган частота ўзгарткичларнинг жорий этилиши улардан самарали фойдаланиш имконини беради. 21- расмда юкори частотали частота ўзгарткичнинг блок-функционал схемаси тасвирланган.



21- расм.

### Назорат саволлари.

1. Тўғрилагич ишлаш асоси.
2. Бошқариладиган ва бошқарилмайдиган тўғрилагич.
3. Шенкел-Виллард(Вийяр) кучланишни кўпайтирувчи тўғрилагич схемаси.
4. Гибридли кучланишни кучайтирувчи тўғрилагич.
5. Катта қувватли кучланишни кўпайеирувчи тўғрилагич схемаси.
6. Частота ўзгартгичларининг вазифаси.
7. Частота ўзгартгичларининг тузилиши.

## АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР

### 1. Қаршилик электр печлари ва термик қурилмалари электр кўрсаткичлари энергия самарадорлигини ошириш

#### 1.1. Электр термик қурилмалари қиздирувчи элементлари қувватини уланиш схемалари асосида ростлаш

Параллель уланган қиздиргичларнинг максималъ қуввати қуйидаги формула билан аниқланади:

$$P_{\text{пар}} = \frac{U^2}{R} = \frac{n \cdot U^2}{R_{1n}},$$

$R_{1n}$  – бир қиздиргичнинг қаршилиги, Ом;  $n$  – электр термик қурилмадаги секциялар сони.

Кетма-кет уланган қиздиргичларнинг (4 – расм) минималъ қуввати қуйидаги формула билан аниқланади:

$$P_{\text{кет}} = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{n \cdot R_{1n}}.$$

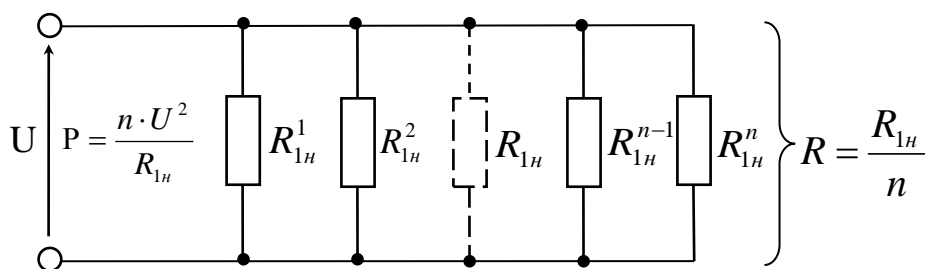
Таъминловчи кучланишнинг бир хил қийматида бу қувватларнинг нисбати:

$$P_{\text{пар}} / P_{\text{кет}} = n^2.$$

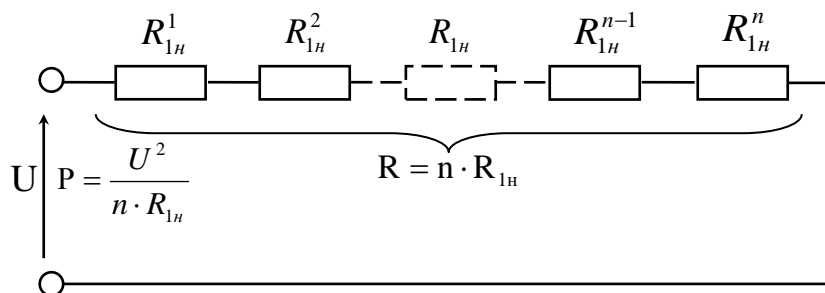
Уч фазали электр термик қурилмалар учун секцияларнинг сони учга қаррали бўлади, шуни ҳисобга олган ҳолда бундай уланишлар симметрик тизимни ташкил этади:

:

$$P = 3 \cdot P_{\phi} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} \cdot \cos \varphi .$$



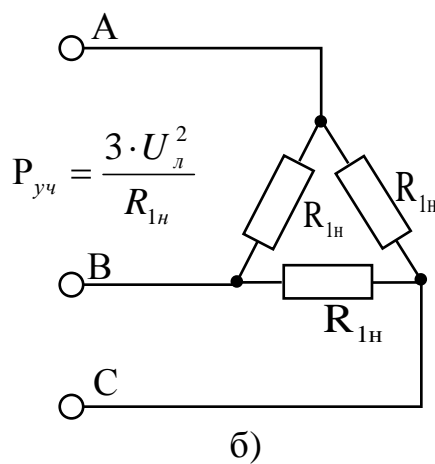
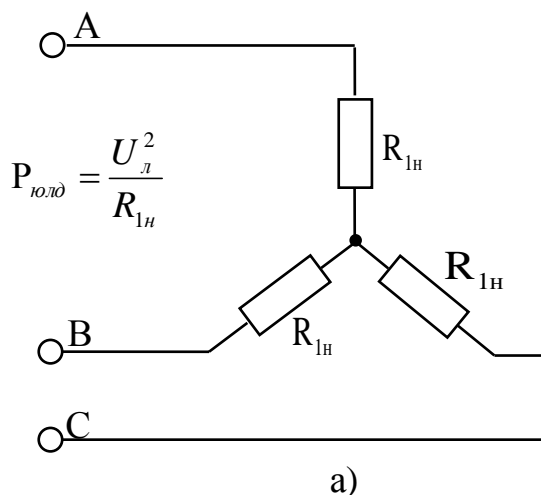
3 – расм. Қиздирувчи элементларни параллель улашнинг схемаси



4 – расм. Қиздирувчи элементларни кетмақет улашнинг схемаси

Уч фазали электр термик қурилмаларининг қиздирувчи элементлари (секциялари) “юлдузча” усулда уланганда (5а – расм) уларнинг қуввати қуйидаги формула билан аниқланади:

$$P_{\text{юлд}} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} = \frac{3 \cdot U_{\phi}^2}{R_{1H}} = \frac{U_{\text{л}}^2}{R_{1H}}.$$



4 – расм. Уч фазали электр термик қурилмаларнинг қиздирувчи элементларини (секцияларини) “юлдузча” (а) ва “учбурчак” (б) усулда уланиш схемалари

Худди шунингдек, уч фазали электр термик қурилмаларининг қиздирувчи элементлари (секциялари) “учбурчак” усулда уланганда (5б – расм) уларнинг қуввати

$$P_{\text{учб}} = 3 \cdot U_{\phi} \cdot I_{\phi} = \frac{3 \cdot U_{\text{л}}^2}{R_{1H}}.$$

$$\text{Қувватларнинг нисбий фарқи } \frac{P_{\text{уяб}}}{P_{\text{юлд}}} = \frac{3}{1} = 3.$$

Қиздирувчи элементларни юқорида келтирилган уланиш схемаларини ўзгартириб қувватларини ростлаш поғонали тарзда амалга оширилади. Бундай усулда қиздиргичларнинг қувватларини ростлаш ҳароратни аниқ қийматда ушлаб туриш шарт бўлмаган электр термик қурилмаларда қўлланилади.

Қиздирувчи элементларнинг қувватини ростлаш уларни таъминловчи кучланиш қийматини ўзгартириб ҳам амалга оширилади ва бу усул билан қиздиргичларнинг қувваати силлиқ ростланади.

## 1.2. Термик қурилмаларнинг қиздирувчи элементларини ҳисоблаш

Қиздирувчи элементлар маитший электр асбобларда: чойнақларда, дазмолларда, каминларда, плиткаларда кавшарлигичларда ва ҳ.к. Электр қиздиргичларни яшаш ёки таъмирлашдан олдин қиздирувчи элементларни электр ҳисоблаш ишларини олиб бориш керак бўлади.

Қўзғалмас ўтказгичдан электр токи ўтганида, энергия сақланиш қонунига кўра ўтаётган электр токи иссиқлик энергиясига ўзгаради. Электр токининг электр занжири қисмида бажарадиган иш (джоулларда) қуйидаги формула билан аниқланади:

$$A = UI t,$$

бу ерда  $U$  — кучланиш, В;  $I$  — ток кучи, А;  $t$  — вақт, секунд.

Ўтказгичдан ўтаётган ток натижасида ажралиб чиқадиган иссиқлик миқдори (Дж) қиздирувчи элементи қаршлигига, ток кучи квадратига ва Отиш вақтига тўғри пропорциональ бўлиб, Жоуль – Ленц қонуни бўйича ҳисобланади:

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t,$$

бу ерда  $R$  — ўтказгичнинг қаршилиги, Ом.

**Мисол.** 2 литр ҳажмга эга бўлган чойнақда шунча сувни қайнатиш учун қанча иссиқлик миқдори керак бўлишини аниқлаймиз. Тармоқ кучланиши  $U = 220\text{В}$ , электр чойнақ истеъмол қиладиган ток  $I = 4\text{А}$ . Электр чойнақнинг ФИК = 80%, сувнинг бошланғич ҳарорати  $20^\circ\text{С}$ .

Бирламчи маълумотлар: Аниқланиши керак бўлган қийматлар: Сувнинг қайнаш вақтини аниқланг.  $U = 220\text{В}$ ;  $I = 4\text{А}$ ;  $m=2\text{кг}$ ; ФИК х 80%;  $t = 20\text{с}$ ;  $\Theta_{\text{кай}} = 100^\circ\text{С}$ ; сувнинг солишгирма сифими  $C$  х 4200.

Сувнинг қайнатиш ҳапроратигача қиздириш учун сарф бўладиган иссиқлик миқдори аниқлансин.

Электр чойнакда 2 литр сувни қайнатиш учун сарф бўладиган иссиқлик миқдори -

$$Q_{\text{кизд}} = C_m (t_{\text{кай}} - t_0) = 4200 \cdot 2(100 - 20) = 672000 \text{ Дж}.$$

Энди чойнак қиздиргич элементининг чойнак чиннисидаги ва корпусидаги иссиқлик исрофлари ҳамда ташқи муҳитни қиздиришга сарф бўладиган иссиқлик миқдорини ҳисобга олган ҳолдаги умумий

$$\text{иссиқлик миқдори} - Q_{\text{умум}} = \frac{Q_{\text{кизд}}}{\text{ФИК}} = \frac{672000}{0,8} = 840000 \text{ Дж}.$$

Энди чойнакдаги сувнинг қайнаш вақтини аниқлаймиз:  $Q_{\text{умум}} = A = U \cdot I$  эканлигини ҳисобга олган ҳолда

$$t = \frac{Q}{U \cdot I} = \frac{840000}{220 \cdot 4} = 954 \text{ с} = 15 \text{ мин} 54 \text{ с}.$$

**Мисол.** Нормаль режимда ишлаётган электр плитанинг нихром симидан тайёрланган қиздирувчи элементи узунлиги аниқлансин. Плитанинг номиналь кўрсаткичлари: қуввати  $P = 600 \text{ Вт}$ , тармоқ кучланиши  $U = 220 \text{ В}$ .

**Ечими:** Берилган қувват ва кучланиш асосида ток кучини аниқлаймиз

$$I = \frac{P}{U} = \frac{600}{220} = 2,7 \text{ А}.$$

Симнинг актив қаршилиги

$$R = \frac{U}{I} = \frac{220}{2,73} = 81 \text{ Ом}.$$

Ток ва қаршилиқни билган ҳолда 1 – жадвалдан нихром симнинг диаметри ва кўндаланг кесим юзасини топилади ва бу симнинг ўлчамлари :  $d=0,45 \text{ мм}$ ,  $S = 0,159 \text{ мм}^2$ . Бу ўлчамлар учун нихром симнинг узунлиги

$$L = \frac{S \cdot R}{q} = \frac{0,159 \cdot 81}{1,1} = 11,7 \text{ М}$$

бу ерда  $L$  – симнинг узунлиги, м;  $S$  – симнинг кўндаланг кесим юзаси,  $\text{мм}^2$ ;  $R$  – симнинг қаршилиги, Ом;  $q$  – сим материалининг солишгирма қаршилиги, Ом  $\text{мм}^2/\text{м}$  (нихром учун  $q = 1,1$  и для фехраля  $q = 1,3$ ).



1 – жадвал. Қиздируквчи элементларни ҳисоблаш учун асосий маълумотлар

Рухсат этиладиган ток кучи, А	1	2	3	4	5	6	7
Ҳарорати 700 °С да бўлган нихром симнинг диаметри, мм	0,17	0,3	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85
Симнинг кўндаланг кесим юзаси, мм <sup>22</sup>	0,0227	0,0707	0,159	0,238	0,332	0,442	0,57

### 1.3. Иссиқлик изоляциясини яхшилаш ҳисобига қаршилик электр печи иссиқлик исрофларини камайтириш

Печнинг иссиқлик изоляцияси ҳолати сифатида печ сирти ҳарорати қаралади. Иссиқлик изоляцияси қониқарли деб ҳисоблагнади, қачонки печнинг ишчи ҳарорати 700 – 800 °С бўлганида сиртининг ҳарорати 30 – 40 °С дан ошмаслиги керак бўлади ва ишчи ҳарорат 800 – 1200 °С бўлганида эса сиртининг ҳарорати 40 – 50 °С дан ошмаслиги керак.

1 – расмда иссиқлик исрофларининг печ сирти ҳароратига боғлиқлик тавсифи келтирилган, бу ерда 1 – тавсиф сирти қора бўёқ билан бўялган ҳол учун ва 2 – тавсиф эса сирти алюминий бўёқ билан бўялган ҳол учун чизилган.

1 – жадвал

Печ кўрсаткичлари	В а р и а н т л а р									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сирти юзаси, м <sup>2</sup>	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80
Печнинг ишчи ҳарорати, °С.	700	800	700	800	900	1000	900	1000	1100	1200
Сиртнинг иссиқлик изоляцияси яшилангунга қадар ҳарорати, °С.	50	60	70	75	85	90	80	90	85	100

Печнинг иссиқлик изоляцияси қониқарли бўлишини таъминловчи печ сиртининг рухсат этилган ҳароратининг қиймати аниқлансин. Печнинг иссиқлик изоляцияси қониқарли бўлган ҳолдаги иссиқлик исрофларининг камайишини печнинг ишлаш даври бир йил деб қабул қилиб  $t_{\text{ишчи}} = 4000$  соат учун аниқлаш керак. Худди шу ҳисоблашларни печ сирти бўёғини алюминий бўёқ билан алмаштирилган ҳол учун қайтариш керак (1 – расм, 2 тавсиф).

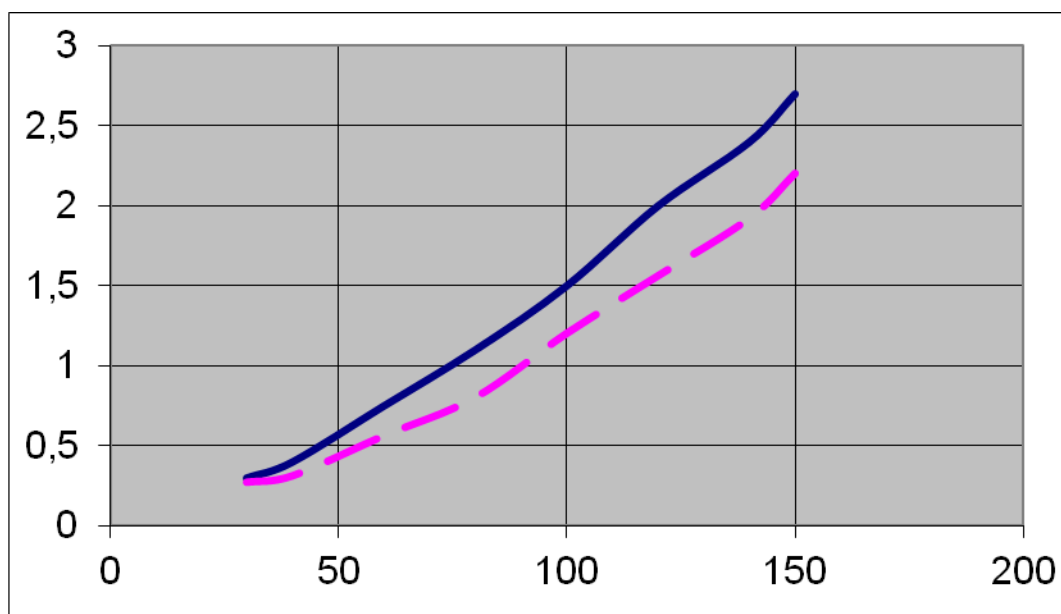
**Мисол.** Печ изоляциясини яхшилаш натижасида сиртининг 50 м<sup>2</sup> юзасидаги хароратни 80 °С дан 40 °С га пасайди. 1 – расмдаги 1 тавсиф бўйича қуйидаги исрофларни аниқлаймиз:

$$\theta = 80 \text{ }^{\circ}\text{C} - 1,15 \text{ кВт} / \text{м}^2;$$

$$\theta = 40 \text{ }^{\circ}\text{C} - 0,32 \text{ кВт} / \text{м}^2.$$

Шундай қилиб, иссиқлик изоляциясининг яхшиланиши печ сиртининг ғар бир квадрат метрида 0,83 кВт га камайишига олиб келди ёки печ сирти юзаси 50 м<sup>2</sup> бўйича 41,5 кВт қувват исрофи камайди. Печ бир йилда 4000 соат ишлайди деб қабул қилганимизда бир йиллик иссиқлик исрофларининг камайиши 166 минг. кВт соатни ташкил этади.

Печ сиртини алюминий бўёқ билан бўяш натижасида сирти юзасидан иссиқлик нурланиши иссиқлик исрофи камаяди ва бу эса электр энергиянинг 3 – 5% га иқтисод қилинишига олиб келади (1 – расм, 2 тавсиф).



1 – расм .

#### 1.4. Қаршилик электр печининг герметик ҳолатини яхшилаш ҳисобига иссиқлик исрофларини камайтириш

Эшикчаларнинг зич ёпилишини таъминлаш, термопаралар ўрнатилган тиркичларни, гиштларни теришдаги микротиркичларни ва ҳ.к. ларни ҳамда печнинг эшикчаларини очиқ ҳолда ишлаш вақтларини камайтириш иссиқлик исрофларнинг нурланиш асосидаги қисмининг камайишига олиб келади. Печ бир йилда 5000 соат ишлайди деб қабул қилсак, печ ичига деталларни киритиш ва чиқариш жараёнларини автоматлаштириш ва механизациялаш натижасида печнинг юкланиш оралиғини 20% га камайтиришга эришилганида электр энергиядан қанча иқтисод қилиш мумкинлиги ҳисобланади. Бирламчи ҳолда деталларни печ ичига киритиш ва ундан чиқариб олиш учун кетадиган умумий вақт 1000 соатни ташкил этган бўлса ва бу жараён автоматлаштирилган ва механизациялаштирилгандан сўнг 15% га камайди.

**Мисол.** Бир йилда 5000 соат ишлайдиган печнинг детал киритадиган ва чиқаралиган оралиғи ўлчами 1, 5 м<sup>2</sup> ни ташкил этади. Печнинг ишчи ҳарорати 800 °С. Печнининг ичига детал киритиш ва чиқариб олиш учун бир йилда кетадиган умумий вақт 1000 соатни ташкил этади. Печ ичига деталарни киритиш ва чиқариш жараёнларини автоматлаштириш и механизация натижасида бу вақт 700 соатгача камайтирилди ва шу билан бир қаторда бу жараёнда эшикчаларнинг тўлиқ очиш шарт эмаслиги натижасида деталлар киритиладиган оралиқ 1 м<sup>2</sup> га камайишига олиб келди.

Келтирилган тадбирларни ўтказишга қадар иссиқликнинг нурланиш асосидаги исрофлари қуйидагини ташкил этди:

$$\Delta E_1 = \Delta P_1 S_1 T_1 = 39 \times 1,5 \times 1000 = 585000 \text{ кВт*соат / йил,}$$

бу ерда  $\Delta P$  – 39 кВт, печ ишчи ҳарорати  $\theta$  – 800 °С бўлганидаги қувват исрофи;  $S_1$  – деталларни киритиш оралиғи юзаси, м<sup>2</sup>;  $T_1$  – бир йил давомида печнинг деталларни киритиш оралиғининг очиқ туриш вақти. 2 – жадвал

Печ параметрлари	В а р и а н т л а р									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Детал киритиладиган оралиқ, м <sup>2</sup>	1.6	1,5	1.7	1,4	1.8	1,3	1,8	1.5	1,6	1.5
Печнинг ишчи ҳарорати, °С.	700	800	600	1000	900	1000	900	800	700	600
1 м <sup>2</sup> юзага тўғри келадиган нурланиш исрофи, кВт	27	39	17	78	57	78	57	39	27	17

Кўрилган тадбирлардан сўнг исрофлар куйидаги қийматга эга бўлди:

$$\Delta \mathcal{E}_2 = \Delta P_2 S_2 T_2 = 39 \times 1 \times 700 = 27400 \text{ кВт* соат / йил,}$$

бу ерда  $S_2$  – кўтаришга чеклагич ўрнатилганидан сўнг юзага келган деталларни киритиш оралиғининг юзаси,  $\text{м}^2$ ;  $T_2$  – маълум тадбирлар ўтказилганидан кейин бир йил давомида печнинг деталларни киритиш оралиғининг очик туриш вақти.

Шундай қилиб, йиллик электр энергиядан қилинадиган иқтисод куйидаги қийматни ташкил этади

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta \mathcal{E}_1 - \Delta \mathcal{E}_2 = 58500 - 27300 = 31200 \text{ кВт* соат / йил.}$$

### **Кўчма машғулотлар мавзулари**

1. Қаршилик электр печи герметик ҳолати ўзгаришининг қиздириш жараёнига таъсири тадқиқоти.

*Мақсад.* Қаршилик электр печи герметик ҳолати ўзгаришининг қиздириш жараёнига таъсирини таҳлил қилиш.

*Машғулот ўтказиш жойи.* ТДТУ Энергетика факултети, «Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологиялари» кафедраси, Электротермик қурилмалар лабораторияси, 09 хона

2. Қаршилик электр печида металл буюмларни қиздиришнинг оптималлаш усули тадқиқоти.

*Мақсад.* Қаршилик электр печида металл буюмларни қиздиришнинг оптималлаш усулини таҳлил қилиш.

*Машғулот ўтказиш жойи.* ТДТУ Энергетика факултети, «Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологиялари» кафедраси, Электротермик қурилмалар лабораторияси, 09 хона

3. Индукцион қиздириш қурилмасининг иш режимини оптималлаш тадқиқоти

*Мақсад.* Индукцион қиздириш қурилмасининг иш режимини оптималлаш таҳлил қилиш.

*Машғулот ўтказиш жойи.* ТДТУ Энергетика факултети, «Электр техникаси, электр механикаси ва электр технологиялари» кафедраси, Электротермик қурилмалар лабораторияси, 09 хона

## ТАҚДИМОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ ХУЗУРИДАГИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ  
ПЕДАГОГ ВА РАХБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА  
УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ  
БОШ ИЛМИЙ МЕТОДИК МАРКАЗИ

ТДТУ хузуридаги ПКҚТ ва УМО тармоқ маркази

Фан номи: Энергия тежамкор электр технологик  
қурилмалари

Тақдимотчи: т.ф.н. Ш. Б. Умаров

1 – мавзу. Кириш. Қаршилик усулида ишловчи энергия  
тежамкор электр технологик қурилмалар

Маъруза режаси:

1. Қаршилик электр печлари ва қиздирувчи қурилмаларининг турлари.
2. Қаршилик электр печларининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва уларнинг вазифалари.

## 1. Қаршилик электр печлари ва қиздирувчи қурилмаларининг турлари.

Замонавий электр технологик қурилмаларда электр энергия иссиқлик, механик ва бошқа турдаги энергияга ўзгартирилиб, аниқ технологик вазифаларни бажаришга хизмат қилади. Электр ёрдамида қиздириш жараёнлари металлургия, машинасозлик, кимё саноати, қурилиш, қишлоқ хўжалиги ва шунингдек ишлаб чиқаришнинг бошқа соҳаларида ҳам кенг қўлланилади. Электротехнологик қурилмаларга электр печлар ва қиздирувчи қурилмалар, электролиз ванналар, электр пайвандлаш қурилмалари; электр учқун, электр импульси ва майдони таъсирида деталларга ишлов берувчи кўплаб турдаги қурилмалар ва мосламалар киради.

Энергия тежамкор электр технологик қурилмалар доирасида асосан қаршилик электр печлари ва индукцион эритиш ҳамда қиздириш қурилмалари ўрганилади.

Қаршилик электр печларининг бошқарилувчи электр кўрсаткичларини бошқариш, иш режимларини оптималлаш, герметик ҳолатларини яхшилаш билан ва ҳ.к. усулларни қўллаш натижасида энергия тежамкорликка эришиш мумкин. Электр қаршилик печлари конструктив жиҳатдан асосан қиздирувчи элементлари, ўтга чидамдли футеровка, иссиқлик изоляцияси ва ташқи муҳит таъсирини камайтирувчи метаа сиртдан иборат бўлади. Таъминот манбалари сифатида бошқарилувчи ўзгармас ва ўзгарувчан ток ўзгарткичлар ва куч трансформаторлари қўлланилади.

Бундай усул билан материалларни қиздириш **қаршилик усули билан қиздириш** дейилади. Материаларни қаршилик усули билан қиздириш икки турга бўлинади: **бевосита** ва **билвосита**.

**Бевосита** усулда материаллар қиздирилганида, қиздирилаётган материалдан ўтаётган ток ҳосил қилган иссиқлик ҳисобига ўша материал қизийди.

**Билвосита** усулда материаллар қиздирилганида, алоҳида **қиздирувчи элементдан** ўтаётган ток ҳосил қилган иссиқлик энергия иссиқлик ўтказувчанлик, конвенция ёки нурланиш асосида қиздириляётган жисмга узатилади ва уни қиздиради.

Қаршилиқ усули билан билвосита қиздириш, қаршилиқ электр печларида (ҚЭП), контактли ва инфрақизил нур билан қизитиш қурилмаларида ва электр хўжалиқ асбобларида (электр плита, кавшарлагич, электродуховка, калорифер, электр чойнак ва ҳ. к.) кенг қўлланилади.

Саноатнинг турли соҳаларида кенг қўлланиладиган **қаршилиқ электр печлари** бажарадиган технологик вазифаларига кўра **иссиқлик билан қайта ишловчи, эритувчи ва қуритувчи** турларга бўлинади. Иссиқлик билан қайта ишловчи ҚЭП ларда қора ва рангли металл, ойна, керамика, пластмасса ва бошқа материаллар иссиқлик ва иссиқлик – кимёвий усуллар билан қайта ишланади. Эритувчи печларда осон эрувчи рангли металл ва уларнинг қотишмалар эритилади. Қуритувчи печларда эса металлокерамика буюмлар, қуюв шакллар, лак бўёқ суртилган деталларнинг сиртлари қуритилади.

Ҳарорат режими бўйича ҚЭП лар **паст** ( $600 - 700^{\circ}\text{C}$  гача), **ўртача** ( $1250^{\circ}\text{C}$  гача) ва **юқори** ( $1250^{\circ}\text{C}$  дан юқори) **ҳароратли** турларга бўлинади. **Паст ҳароратли** ҚЭП ларда иссиқлик узатиш асосан конвенция усули билан амалга оширилади. Паст ҳароратли печларда асосан рангли металл ва уларнинг қотишмаларига иссиқлик билан ва механик ишлов бериш давомида қиздириш ҳамда металллардан тайёрланган ярим тайёр деталларни қуритиш амаллари бажарилади. **Ўртача ҳароратли** печларда иссиқлик узатиш асосан нурланиш асосида амалга оширилади. **Юқори ҳароратли** ҚЭП лар монокристаллларни ўстиришда, қийин эрийдиган металл ва қотишмаларга иссиқлик билан қайта ишлов беришда ва уларни эластик деформациялашдан олдин қиздиришда, металлокерамик деталларни улашда кенг қўлланилади.

## **2. Қаршилик электр печларининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва уларнинг вазифалари.**

Ҳар қандай қаттиқ ёки суюқ ҳолатдаги электр ўтказувчи материаллардан электр токи ўтганида, бу материалларни қиздириб иссиқлик ажратиб чиқаради. Жоул – Ленц қонуни бўйича ажралиб чиқаётган иссиқлик энергияси қуйидаги формула билан аниқланади:

$$Q = I^2Rt$$

бу ерда  $I$  – қаттиқ ёки суюқ ҳолатдаги электр токи ўтказувчи материаллардан ўтаётган токнинг қиймати, А;  $R$  – электр токи ўтказётган материалнинг электр қаршилиги, Ом;  $t$  – электр токи ўтказувчи материалнинг электр тармоғига уланиб турган вақти, соат.

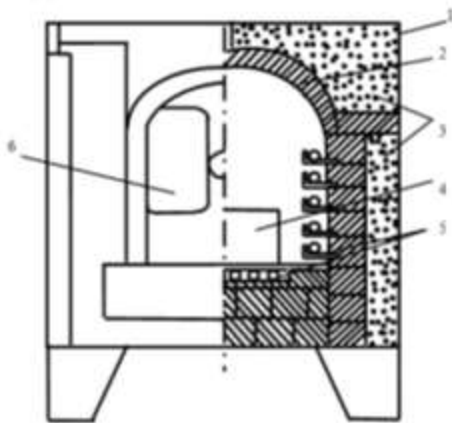
Бундай усул билан материалларни қиздириш **қаршилик усули билан қиздириш** дейилади. Материаларни қаршилик усули билан қиздириш икки турга бўлинади: **бевосита** ва **билвосита**.

Қаршилик электр печларининг турлари ва конструктив тузилиши хил-ма – хил бўлса ҳам, ҳамма турлари учун зарурий бўлган умумий элементлари мавжуддир (1 – расм).

ҚЭП ларнинг асосий элементларидан бири бу қиздиргичлардир. Қиз-диргичлар иссиқликка чидамли волфрам ва молибден каби металллардан, нихром, ва алюминийли нихром каби металл қотишмалардан ва шунингдек карборуд ва графит каби нометалл қотишмалардан сим ёки лента кўринишда тайёрланади.



ҚЭП нинг сирти (1) одатда профилланган пўлат варақдан ясалиб, печга йўналтирилган барча механик таъсирлардан муҳофаза қилишга хизмат қилади. Печ ичидаги иссиқлик исрофини камайтириш мақсадида печ сирти билан ўтга чидамли қатлам (2) орасига изоляцион материал (3) жойлаш-тирилади. Изоляцион материал сифатида керамик плита, ғишт, блок ва бошқа турли изоляцион материаллардан фойдаланилади. Ўтга чидамли қатлам (2) печнинг ички юзасини ташкил этади ва у иссиқлик билан ишлов берилиши керак бўлган материал ёки детал (4) ва қиздирувчи элементлар (5) ҳосил қиладиган иссиқлик зўриқишларига чидаши лозим. Қиздирувчи элементлар печнинг ички юзаси бўйлаб жойлаштирилган бўлиб, қиздиралаётган жисм ёки деталларни қисман ёки тўлиқ ўраб туради. Қаршилик электр печлари материал ва деталларни печ ичига киритиш ва ундан олиш учун ёрдамчи механизмлар билан ҳам жиҳозланган бўлади. Печ ичига материал ёки деталлар эшикча (6) орқали киритилади. Ёрдамчи механизмларнинг таркибий қисмлари иссиққа чидамли пўлатлардан ясалган бўлади.



1 – расм. Камеравий қаршилик электр печининг конструктив тузилиши

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ ҲУЗУРИДАГИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ  
ПЕДАГОГ ВА РАҲБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА  
УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ  
БОШ ИЛМИЙ МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТДТУ ҳузуридаги ПКҚТ ва УМО тармоқ маркази**

**Фан номи: Энергия тежамкор электр технологик  
қурилмалари**

**Тақдимотчи: т.ф.н. Ш. Б. Умаров**

**2 – мавзу. Индукцион усулида ишловчи энергия  
тежамкор электр технологик қурилмалар**

**Маруза режаси:**

1. Индукцион эритиш печлари ва қиздирувчи қурилмаларнинг турлари.
2. Индукцион эритиш печларининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва бажарадиган вазифалари.

## **1. Индукцион эритиш печлари ва қиздирувчи қурилмаларнинг турлари**

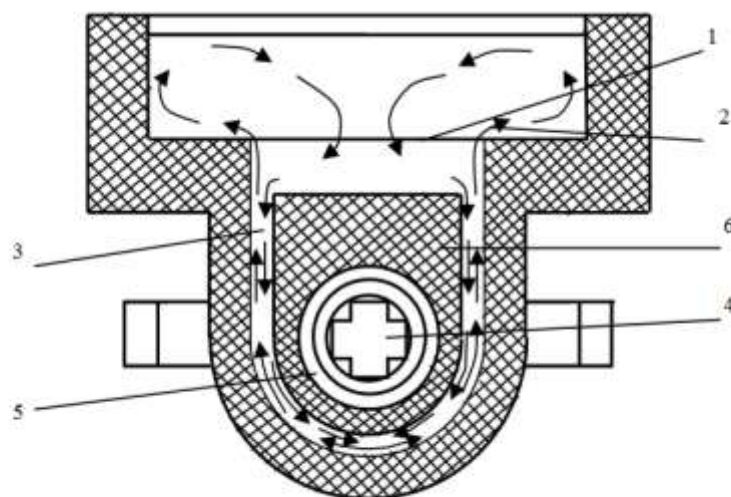
Индукцион қиздириш, электр энергия қиздириладиган жисмга бевосита узатилиб, электр ўтказувчи материални жуда оз вақт ичида, ҳеч қандай контакт қурилмаларсиз тўғридан – тўғри қиздириш имконини беради. Индукцион қурилмаларда қўлланиладиган кучланишнинг частотаси кенг ораликда ўзгариши (50 Гц дан юзлаб МГц гача) ва қурилмаларнинг қуввати 16 – 20 МВт гача бўлиши билан характерлидир. Индукцион печларнинг сифими 100 тоннагача бўлиши мумкин.

Электр энергиянинг 86%  $\Delta$  – қалинликда иссиқлик энергияга ўзгаради. Одатда бу қатламда уюрма тоқларнинг деярли бутун актив энергияси иссиқлик энергияга ўзгариб, бу қатламнинг ҳарорати жисмнинг ички қисмига иссиқлик ўтказувчанлик бўйича узатилади. Тоқлар зичлигининг жисм ичкарасига кириб бориш чуқурлиги қиздириладиган жисмнинг физик кўрсаткичларига ва индуктор тоқининг частотасига боғлиқ.

Индукцион эритиш печлари каналли ва тигел печларга бўлинади. Каналли печлар уч фазали электр тармоқдан таъминланади. Тигел печлар бир фазали электр тармоғига уланади.

Канал печида (6 – расм) эритиладиган металл пўлат ўзак атрофида аниқ қисқа туташган ҳалқа (2) ҳосил қилади. Индуктор чулғами (5) сув билан совутишга мўлжалланган мис қувурчалардан иборат бўлиб, пўлат ўзак (4) қа киргизилган бўлади ва у электр энергия манбаига уланади.

Канал печининг ишлаши трансформаторнинг ишлашига монанд бўлиб, бирламчи чулғам вазифасини индукторнинг чулғами бажаради, иккиламчи чулғам вазифасини эриётган металл ҳосил қилган қисқа туташган ҳалқа бажаради. Печ канали (3) U – кўринишда бўлиб, кўндаланг кесими одатда тўғри тўртбурчак шаклида бўлади. Печ ваннаси (1) тагига каналнинг бошланиши ва охирги учлари чиқиб боради. Канал печи ваннасининг таг қисмида асосий эритилаётган масса жойлашган бўлади. Канал индуктори ва печ қобуғидан иборат таглик тош деб аталувчи юқори сифатли ўтга чидамли керамик материалдан тайёрланган яхлит блок (6) печнинг ажраладиган қисмини ташкил этади. Уюрма тоқлар таъсирида қизиб суюқ ҳолга келган металл канал бўйлаб ҳаракатда бўлиб, унинг баъзи майда бўлакчалари каналнинг деворларига ёпишиб қолади. Таглик тош, индуктор ва пўлат ўзак стержен (4) конструктив жиҳатдан индукцион бирлик деб аталадиган печнинг ажралувчи қисмини ташкил этади. Печ бир уч фазали ёки учта бир фазали индукцион бирликлардан иборат бўлиши мумкин. Индукцион канал печлари электр тармоғи учун уч фазали юкланиш вазифасини бажаради.



6 – расм. Индукцион канал печининг конструктив тuzилиши

Индукцион канал печларикатта қувватли бўлиши ва қуввати кенг ораликда ростланиши мумкинлиги билан бошқа эритувчи печлардан фарқланади. Уларнинг ажралувчи индукцион бирликлари қувватининг қиймати 200 – 2000 кВА ораликда бўлиши мумкин.

Индукцион бирлик қуввати 300 кВА дан юқори бўлган печ юкланиш остида иккиламчи ёки бирламчи чулғамлари сонини ўзгартириб, ростланувчи юқори кучланишли куч трансформатори орқали электр энергия тармоғига уланади. Бундай трансформаторларнинг қуввати 400 – 1600 кВА бўлиб, бирламчи чулғамлари 6 ёки 10 кВ кучланишли электр тармоғига уланади.

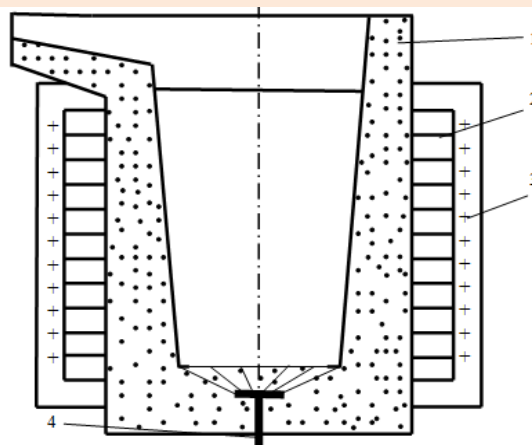
Канал печларида индуктор билан канал орасидаги ораликнинг катталиги сабабли, реактив қувват истеъмолининг актив қувват истеъмолига нисбатан бир неча марта бўлиши олиб келади ва бу эса печ қувват коэффицентининг паст бўлади, яъни 0,3 – 0,7 ни ташкил этади. Қувват коэффицентининг қиймати индуктор ҳосил қилаётган электромагнит маъдони оқимининг эриётган металлда эмас балки уннинг атрофида бефойда ёйилиши билан изоҳланади, бу ёйилиётган электромагнит энергия қанча кўп бўлса, шунча канал печидаги эритилаётган металлнинг актив қаршилиги ва қувват коэффиценти паст бўлади. Солиштирма электр қаршилиги кичик бўлган металарни (масалан, мис ва алюминийларни) эритишда ишлатиладиган индукцион канал печларининг қувват коэффиценти паст бўлади. Печнинг қувват коэффицентини ошириш учун одатда индуктор чулғамига параллел конденсаторлар батареяси уланади.

Канал печларининг асосий афзалликларидан бири, бу электрик ФИК нинг юқори бўлишидир. Канал печларида металларни эритиш электр энергия сарфи кам бўлган иш режимларида олиб борилади. Масалан, қаршилик электр печида бир тонна алюминийни эритиш учун 500 – 600 кВт сарф бўлса, канал печида эритилганида эса 450 – 550 кВт сарф бўлади. Канал печларида суюлтирилган металларда электродинamik ҳаракатнинг мавжудлиги алоҳида аралаштиргичларсиз кимёвий таркиби бир жинсли металларни олиш имконини беради. Печ ваннаси юзасида металларнинг ҳарорати юқори бўлмасилиги сабабли уларнинг оксидланиш даражаси паст бўлишига ва натижада металл эзасида курум кам ҳосил бўлади.

## **2. Индукцион эритиш печларининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва бажарадиган вазифалари**

Металларни эритишда индукцион тигел печлар қўлланилади (7 – расм). Бундай печларнинг асосини ўтга чидамли материалдан ясалган тигел (1) ташкил этади. Сув билан совутиладиган мис қувурчалардан ташкил топган чулғам индуктор (2) тигелни ўраб туради. Тигел ва индуктор каркас (3) ичига жойлаштирилади. Каркасининг металдан тайёрланган қисми электрик ёпиқ контур ҳосил қилинмайдиган қилиб тайёрланиши керак. Бундан ташқари, эриган металл заррачаларининг тигел деворларининг микроскопик ғовакларига кириб қолиб, тигелнинг электр ўтказувчанлигини ошириб юборишини назорат қилиш мақсадида, тигелнинг туби девори электр қашилигини назорат қилувчи қурилма (4) ўрнатилган бўлади.

Индукцион тигел печлар саноат частотали (50 Гц ли), ўрта частотали (159 – 10000 Гц ли) ва юқори частотали (50 – 500 кГц ли) турларга бўлинади. Ўрта частотали тигел печлар частота кўпайтиргичли манбалардан, электромеханик ва ярим ўтказгичли частота ўзгартгичлар орқали электр энергия билан таъминланади. Юқори частотали тигел печларнинг электр энергия манбаи сифатида лампали генераторлар қўлланилади. Индукцион тигел печларнинг асосий камчиликлари: печ тубидаги шлак ҳароратининг нисбатан паст бўлиши, катта электродинамик кучлар таъсирида суюқ металл юзасининг шишиб ва пасайиб туриши, кичик ва ўрта сифимли печлар учун юқори ва ўрта частотали электр энергия манбаларининг бўлиши шартлиги.



7 – расм. Индукцион тигел печининг тузилиши.

Тигел печи индукторининг чиқараётган электромагнит майдон энергиясини тигел ичидаги металлнинг ютиш даражаси индуктор токининг частотасига, тигел ва индуктор диаметрларининг нисбатига, металлнинг электрофизик хусусиятларига ва ўлчамларига боғлиқдир. Ўз навбатида тигел ичидаги ғароратнинг ўзгариши эриётган металл парчалари ўлчамларининг, магнит сингдирувчанлигининг ва солиштирма қаршилигининг ўзгаришига олиб келади. Бундан шундай хулоса қилиш мумкинки, индуктор токи частотаси қийматини тўғри танлаш, тигел печи ичидаги металлнинг суюлтирилган ҳолатга келиши энг кам вақтда бўлишини таъминлайди.

Индуктор токи частотасининг энг кичик қиймати қуйидаги ифода билан аниқланади

$$f_{\min} = 25 \cdot 10^6 \rho_{uc} / d_0^2,$$

бу ерда  $d_0$  – тигелнинг диаметри, м;  $\rho_{uc}$  – эриш даражасидаги иссиқ металлнинг солиштирма электр қаршилиги.

Печ индуктори токининг частотаси (4.9) ифода бўйича ҳисобланган ҳол учун печнинг иссиқлик бўйича ФИК энг юқори бўлади.

Частота қийматининг пасайиши печнинг умумий ФИК нинг камайишига олиб келади, частота қиймати оширилганида эса печнинг умумий ФИК қиймати деярли ўзгармаган ҳолда қувват коэффициенти пасаяди. Агар тигел ички диаметрининг уярма тоқлар зичлигининг эриган металлга кириб бориш чуқурлигига нисбати 3 – 10 бўлса, у ҳолда ушбу режимни тахминлаган индуктор токининг частотаси тўғри танланган бўлади.

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ ҲУЗУРИДАГИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ  
ПЕДАГОГ ВА РАҲБАР КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА  
УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ  
БОШ ИЛМИЙ МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ТДТУ хузуридаги ПКҚТ ва УМО тармоқ маркази**

**Фан номи: Энергия тежамкор электр технологик  
қурилмалари**

**Тақдимотчи: т.ф.н. Ш. Б. Умаров**

**3 – мавзу. Энергия тежамкор электр технологик  
қурилмаларнинг замонавий таъминот манбалари  
Маъруза режаси:**

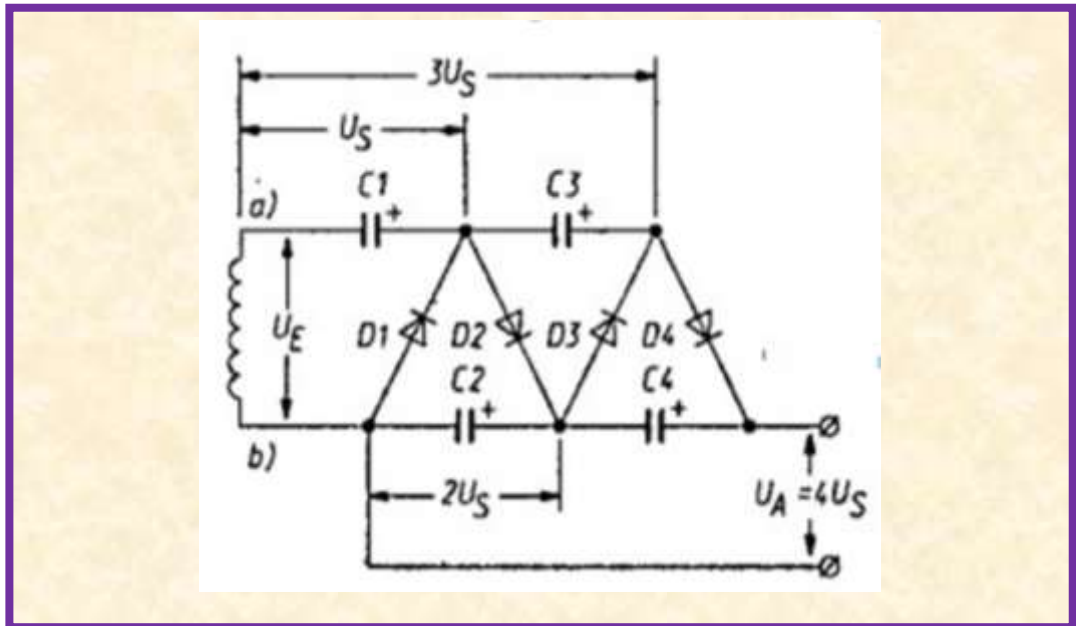
- 1. Замонавий бошқарилувчи тўғрилагичлар.**
- 2. Замонавий частота ўзгарткичлари**

Тақдимотчи: т.ф.н. Ш. Б. Умаров

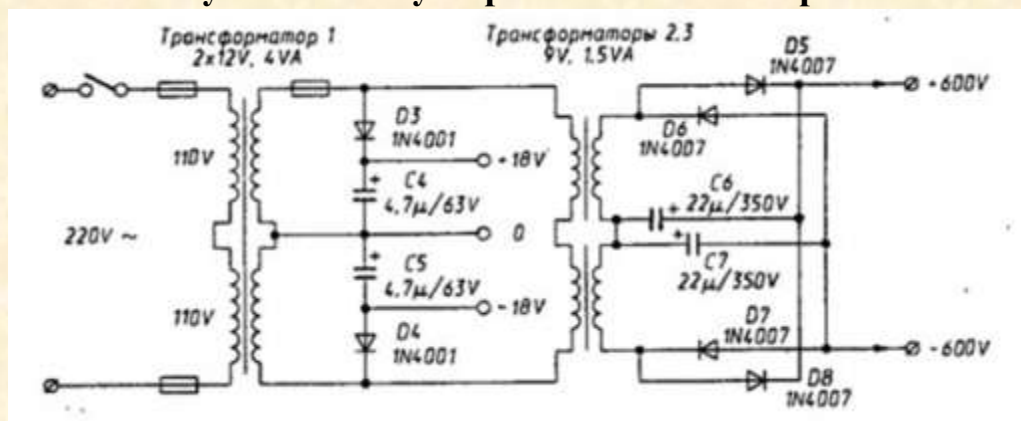
**1. Замонавий бошқарилувчи тўғрилагичлар**

**Қаршилик электр печларини электр энергия билан таъминлаш ва бошқариш мақсадида тиристорли бошқарилувчи тўғрилагичлар қўлланилади. Бу тўғрилагичларнинг кенг функциональ хусусиятли иш режимида ишлаши учун, яъни печни ишга тушириш, печь ичида ишчи ҳароратни стабил ушлаб туриш мақсадида ҳарорат ўлчов ўзгарткичлардан фойдаланилади. Қучланишни кўпайтирувчи тўғрилагич схемаси**

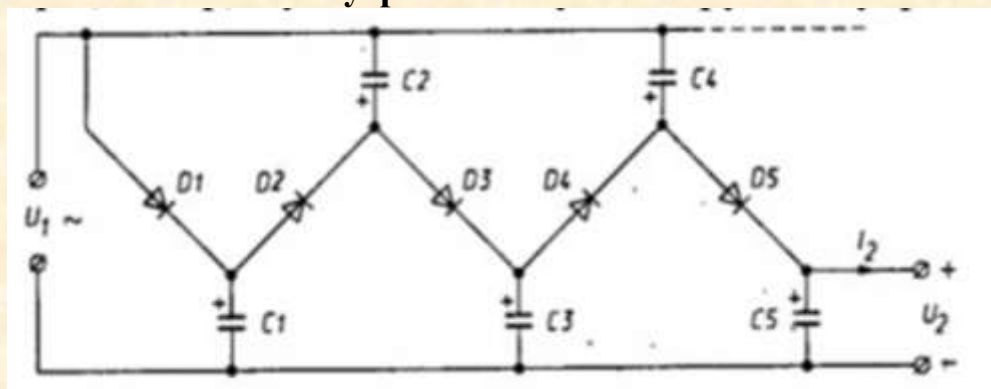




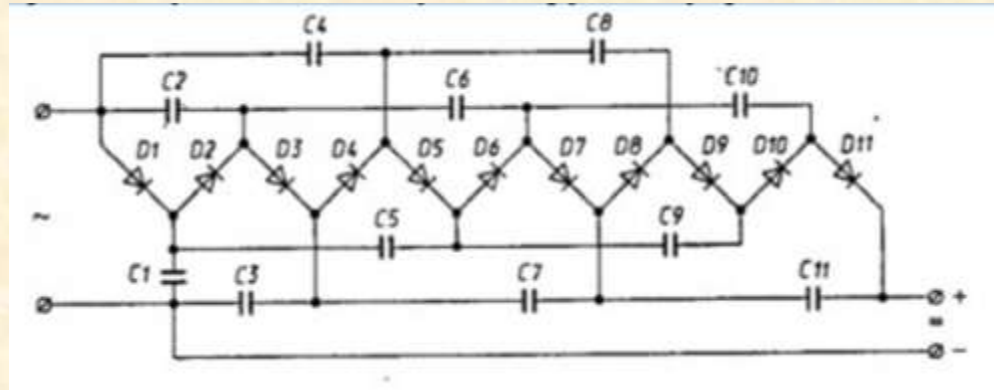
**Оддий трансформаторларда ҳосил қилинадиган юқори кучланишли ўзгармас ток манбалари.**



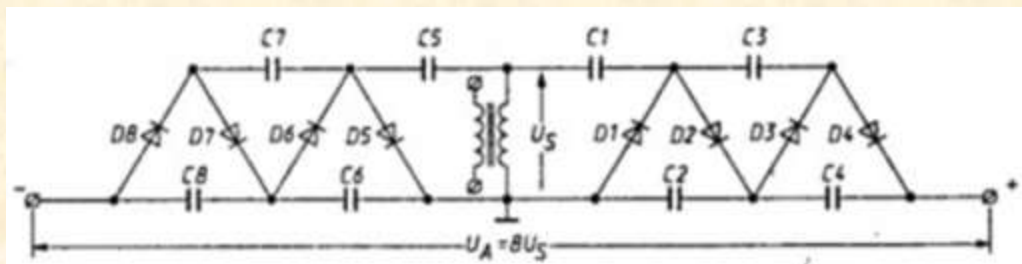
**Шенкел-Виллард(Вийяр) кучланишни кўпайтирувчи тўғрилагич схемаси**



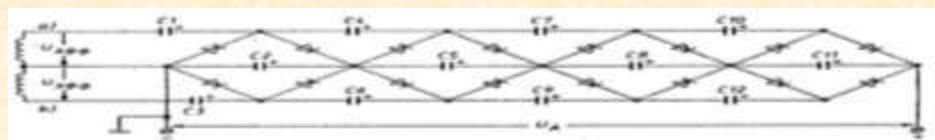
**Гибридли кучланишни кучайтирувчи тўғрилагич схемаси.**



**Симметрик кучланишни кўпайтирувчи тўғрилагич схемаси.**



**Катта қувватли кучланишни кўпайтирувчи тўғрилагич схемаси.**



## 2. Замонавий частота ўзгарткичлари.

Индукцион тигель печини электр энергия битлан таъминлашда тиристорли частота ўзгарткичлар воситасида амалга оширилади. Замонавий частота ўзгарткичлар индукцион тигель печининг барча иш режимларини оптималь бошқариш имконини беради. Ҳозирда тўлиқ бошқариладиган тиристорлар ва катта токка мўлжалланган частота ўзгарткичларнинг жорий этилиши улардан самарали фойдаланиш имконини беради. 21- расмда юқори частотали частота ўзгарткичсрнинг блок-функционал схемаси тасвирланган.



21- расм.

**“Энергия тежамкор электр технологик қурилмалар” модулининг боблари ва бўлимларининг номланиши**

**1 - боб. Энергия тежамкор электр технологик қурилмалар**

1.1. Энергия тежамкор электр технологик қурилмаларнинг турлари.

1.2. Қаршилик усулида ишловчи ва индукцион усулда ишловчи электр қурилмалар.

**2 - боб. Қаршилик усулида ишловчи энергия тежамкор электр технологик қурилмалар**

2.1. Қаршилик электр печлари ва қиздирувчи қурилмаларнинг турлари.

2.2. Қаршилик электр печининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва уларнинг бажарадиган вазибалари.

2.3. Иш режимлари таҳлили ва уларни оптималлаш усуллари.

2.4. Қаршилик электр печининг эквивалент иссиқлик схемасини (ЭИС) тузиш шартлари.

2.5. Камеравий қаршилик электр печининг эквивалент иссиқлик схемасини тузиш ва унинг эквивалент ўзгартириш усулини ишлаб чиқиш.

2.6. Электр қаршилик печининг ўзгартирилган ЭИС асосида уни автоматик бошқариш тизимини ишлаб чиқиш.

**3 - боб. Индукцион усулида ишловчи энергия тежамкор электр технологик қурилмалар**

3.1. Индукцион усулда ишловчи печлар ва қиздирувчи қурилмаларнинг турлари.

3.2. Индукцион тигель печининг ишлаш асоси ва асосий конструктив элементлари ва уларнинг бажарадиган вазибалари.

3.3. Иш режимлари таҳлили ва уларни оптималлаш усуллари.

3.4. Индукцион тигель печининг эквивалент иссиқлик схемасини (ЭИС) тузиш шартлари.

3.5. Индукцион тигель печининг эквивалент иссиқлик схемасини тузиш ва унинг эквивалент ўзгартириш усулини ишлаб чиқиш.

3.6. Индукцион тигель печининг ўзгартирилган ЭИС асосида уни автоматик бошқариш тизимини ишлаб чиқиш.

**4 – боб. Энергия тежамкор электр технологик қурилмаларнинг замонавий таъминот манбалари**

4.1. Замонавий частота ўзгарткичлар.

4.2. Замонавий бошқарилувчи тўғрилагичлар

Тузувчи:

т.ф.н., доц. Умаров Ш.Б.