**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI**

**NAVOIY INNOVATSIYALAR UNIVERSITITI**



**“ELEKTR MASHINALARI VA YURITMALARI”**

 **fanidan**

**KURS LOYIHASINI BAJARISH USLUBIYOTI**

|  |
| --- |
|   |

 **« Elektr mashinalari va yuritmalari »**

 **fanidan kurs loyihasini**

 **bajarish uchun o‘quv-uslubiy qo‘llanma**

 **Shermanov S.U. Navoiy: NIU, 2023 y.**

 Ushbu o‘quv-uslubiy qo‘llanma «Elektrenergetikasi» yo‘nalishidagi **« Elektr mashinalari va yuritmalari »**fanidan nazorat ishlarini va kurs loyihasini bajarish uchun mo‘ljallangan. Ya’ni o‘quv rejasiga mos holda elektr tarmoqlari va tizimlari sohasida sodir bo‘ladigan energetikaning eng dolzarb masalalarini echish uchun referat shaklida mavzularga jovob yozish har bir o‘quvchining fikr- mulohazasini yanada kengaytirishga yordam beradi. Shuningdek ilmiy-texnik savollarga javob topish bilan birga, tarmoq va tizimlardagi yangi-yangi g‘oyalarga duch kelishi, ularni echish, adabiyotlarga ko‘proq yondashish har bir talabaga yordam beradi.

UShbu uslubiy qo‘llanma 60710600 «Elektr energetikasi» (tarmoqlar buyicha)yo‘nalish bo‘yicha tahsil oluvchi oliy o‘quv yurti bakalavriat talabalari uchun mo‘ljallangan.

 **Tuzuvchi:**

**S.Shermanov - “Aniq va ijtimoiy-gumanitar fanlar” kafedrasi o`qituvchisi**

**Takrizchilar:** **Eshev H.H.** – Navoiy issiqlik elektr stansiyasi «Elеktrоtеxnik lаbоrаtоriya» sining bоsh muhаndisi

 **F.Raxmanov**-NDKTU. Elektr Energetika kafedrasi dotsenti

Uslubiy koʻrsatma Aniq va ijtimoiy fanlar kafedrasi 2022 yil \_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_dagi \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_sonli, Navoiy innovatsiyalar instituti kengashining 2022-yil 30-dekabrdagi 1/3-sonli yig‘ilish bayonnomalari bilan maʼqullangan va chop etishga tavsiya qilingan.

 КУРС ИШИ

**Курс лойиҳасига топшириқ**

Курс лойиҳасида уч фазали, икки чулғамли мойли совутиладиган трансформатор лойиҳалансин.

Курс лойиҳаси топшириғида қуйидаги катталиклар берилиши лозим:

1. Трансформаторни тўла қуввати S, кВА;
2. Фазалар сони m;
3. Ток частотаси ƒ, Гц;
4. Юқори ва паст кучланиш чулғамларининг номинал кучланишлари, В;
5. Чулғамларни уланиш схемаси ва гуруҳи;
6. Трансформаторни совутиш усули;
7. Юклама режими;
8. Ўрнатиш усули

Бундан ташқари трансформаторни баъзи параметрлари берилади:

1. Қисқа туташув кучланиши Uк, %;
2. Қисқа туташув исрофи ∆Рк, кВт;
3. Салт ишлаш исрофи ∆Р0, кВт;
4. Салт ишлаш токи i0, %.

**Трансформаторни ҳисоблаш тартиби.**

1. Асосий электр катталикларни аниқлаш:

1. ЮК ва ПК чулғамлар линия ва фаза токлари;
2. Чулғамларни синаш кучланишлари;
3. Қисқа туташув кучлакнишларини актив ва реактив ташкил этувчилари

2. Трансформаторни асосий ўлчамларини аниқлаш:

1. Магнит тизимни схемасини, тузилишини ва тайёрлаш технологиясини танлаш;
2. Магнит ўзакдаги индукция, варақлар қалинлиги, типи ва изоляцияси;
3. Чулғам материалини танлаш;
4. Чулғам тузилишини тахминий танлаш;
5. Асосий изоляция оралиқларини танлаш;
6. β ни дастлабки танлаш;
7. Стержен диаметрини аниқлаш ва чулғам баландлигини аниқлаш.

3. ЮК ва ПК чулғамларини ҳисоблаш

1. ЮК ва ПК чулғамларини типини аниқлаш;
2. ПК чулғамини ҳисоблаш;
3. ЮК чулғамини ҳисоблаш;

4. Қисқа туташув параметрларини ҳисоблаш.

1. Қисқа туташув исрофи;
2. Қисқа туташув кучланиши;
3. Чулғамлардаги механик кучлар.

5. Магнит тизимни якуний ҳисоблаш. Салт ишлаш параметрларини ҳисоблаш.

1. Стержен ва ярмодаги пакетлар ўлчамларини аниқлаш;
2. Стержен ва ярмо массасини аниқлаш;
3. Салт ишлаш исрофи;
4. Салт ишлаш токи.

6. Трансформатор бакининг асосий ўочамларини аниқлаш.

А) трансформатор бакини бўйи ўлчамини аниқлаш;

В) трансформатор бакини энини ўлчамини аниклаш.

**Трансформаторни асосий ўлчамларини ҳисоблаш**

Трансформаторнинг асосий ўлчамларини аниқлаш учун дастлабки тахминий ҳисоблаш бажарилади. Бу ҳисоблашларда асосан стерженнинг диаметри ва чулғамни бўйи ва стерженнинг кесим юзаси аниқланади. Стерженнинг диаметрини аниқлашда уни трансформатор стерженидан қувват билан боғловчи ифода билан аниқлаймиз.

Трансформатор тузилиши фазовий ва текис конструкцияли бўлади. Текис конструкцияли магнит тизими кенг арқалган бўлиб у ҳам стерженли (1-расм, а) ва зирҳли (ташқи қобиқли) (2-расм, б) кўринишлари бўлади. Ушбу курс лойиҳасида фақат устунли магнит тизимли трансформатор лойиҳаланади.

 а) б)

1-расм. Текис конструкцияли трансформаторлар тўзилиши. А) –стерженли (устунли), б)-зирҳли (ташқи қобиқли).

**1. Трансформаторнинг асосий электр катталикларини ҳисоблаш.**

Трансформаторни ҳисоблаш асосий электр катталикарни ҳисоблашдан бошланади. Дастлаб трансформаторнинг асосий электр параметрларини аниқлаймиз.

Стержендаги қувват:

; (1)

Бу ерда, *m*-фазалар сони.

Трансформаторни номинал токлари:

 (2)

Паст кучланиш томонда:

 (3)

Фаза кучланишлар:

Чулғамлар юлдузча уланганда:

; (4)

Чулғамлар учбурчак уланганда:

 (5)

Фаза токлари:

Чулғамлар юлдузча уланганда:

 (6)

Чулғамлар учбурчак уланганда:

 (7)

Трансформаторни асосий ўлчамларини ҳисоблаймиз.

Ўлчамларни аниқловчи ифодадаги параметрларни аниқлаймиз.

 (8)

Бу ерда: *Uk*-трнасформаторни қисқа туташув кучланиши (нисбий бирликда), топшириқда берилади;

-қисқа туташув кучланишининг актив ташкил этувчиси

 (9)

Бу ерда, ***ΔРк*-**қисқа туташув қуввати исрофи, кВт.

 (10)

Бу ерда, К-трансформаторни қуввтаи ва кучлаинишига қараб қуйидаги жадвалдан олинади.

1-жадвал. (2.1) ифодадаги К коэффициентнинг тавсия қилинадиган қийматлари.

|  |  |
| --- | --- |
| Қуввати,кВА | Кучланиш  |
| 6 ва 10 кВ | 35 кВ | 110 кВ |
| 250 гача | 0,63 | 0,65-0,58 | - |
| 400-630 | 0,53 | 0,65-0,58 | - |
| 1000-6300 | 0,51-0,43 | 0,52-0,48 | - |
| 10000-80000 | - | 0,48-0,46 | 0,68-0,58 |

Трансформаторни тузилишини белгиловчи асосий конструктив коэффициент-β бўлиб, у трансформаторни бўйи билан эни нисбати билан аниқланади. Ушбу коэффициент одатда ҳисоблашлар орқали аникланади. Аммо, бу ҳисоблашлар катта ҳажмдаа бўлгани учун ушбу коэффициент қуйидаги жадвалдан танланади. Трансформаторни эни билан бўйини боғловчи коэффициент β ни -жадвалдан танлаймиз.

2-жадвал. β ни тавсия қилинадиган қийматлари.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Қуввати,кВА | Алюминий | Мис |
| 6 ва 10 кВ | 35 кВ | 110 кВ | 6 ва 10 кВ | 35 кВ | 110 кВ |
| 25-100 | 1,2-1,6 | - | - | 1,8-2,4 | - | - |
| 160-630 | 1,2-1,6 | 1,2-1,5 | - | 1,8-2,4 | 1,8-2,4 | - |
| 1000-6300 | 1,3-1,7 | 1,2-1,6 | - | 2,0-2,6 | 1,8-2,4 | - |
| 6300-16000 | - | 1,1-1,3 | 1,1-1,3 | - | 1,7-2,0 | 1,6-2,0 |
|  | - | - | - | - | 1,3-1,6 | 1,5-1,8 |

β ни танланган қиймати асосида трансформаторни асосий ўлчамларини ҳисоблаймиз.

**2. Трансформаторни асосий ўлчамларини аниқлаш:**

Стерженнинг диаметри

 (11)

Бу ерда, *ар-*трансформаторнинг сочилиш канали келтирилган қиймати, мм;

β-трансформатор энининг бўйига нисбати билан аниқланадиган коэффициент, 1 жадвалдан аниқланади;

*kр*-трансформаторни сочилиш коэффициенти, 2 –жадвалдан олинади.

 *Вc*-стержендаги тавсия этиладиган индукция, 3-жадвалдан олинади, Тл;

 Кс-доира юзини актив пўлат билан тўлдириш коэффициенти бўлиб қуйидаги ифодадан аникланади:

*Кс=kp∙k3 ; (12)*

Бу ерда *k3* –тўлдириш коэффициенти бўлиб *k3 =0,955-0,97* атрофида танланади.

Жадвал №3 Трансформатор стерженларидаги индукциянинг тавсия қилинадиган қиймати.

|  |  |
| --- | --- |
| Пўлат типи | Трансформатор қуввати S, кВА |
| 160 гача | 250-1000 | 1600 ва ундан кўпроқ |
| Мойли трансформаторлар |
| 3411, 3412, 3413 | 1,45-1,50 | 1,50-1,55 | 1,55-1,60 |
| 3404, 3405, 3406, 3407, 3408 | 1,50-1,55 | 1,55-1,60 | 1,50-1,65 |
| Мойсиз трансформаторлар |
| 3411, 3412, 3413 | 1,35-1,40 | 1,40-1,45 | 1,45-1,55 |
| 3404, 3405, 3406, 3407, 3408 | 1,40-1,45 | 1,50-1,55 | 1,50-1,60 |

Стерженнинг кесим юзаси

 (13)

Чулғамнинг ўртача диаметри:

*d12 =a∙d; (14)*

Чулғамнинг узунлиги

 (15)

Стерженнинг узунлиги

 (16)

Бу ерда, *l0*-чулғамдан ярмогача бўлган изоляция оралиғи бўлиб –жадвалдан танланади.

**3. Юқори ва паст кучланишли чулғамларини ҳисоблаш**

*Чулғамларни синаш кучланишларини аниқлаш.*

Трансформатор ўлчамларини асосан изоляция оралиқлари белгилайди. Изоляция оралиқларини синаш кучланишлари аниқлаб беради. Трансформатор изоляцияси 3 турга бўлинади:

 1.Чулғамнинг асосий изоляцияси (бошқа фазалар ва нейтрал қисмлардан изоляция).

 2. бўйлама изоляция (ўрамлараро, қатламлараро, ғалтаклар орасидаги изоляция).

 3. Чиқишлардаги изоляция (ўтказувчи изоляторлар ва чулғамгача бўлган изоляторлар).

 Изоляция оралиқлари синаш кучланиши бўйича танланади. Синаш кучланиши чулғамнинг номинал кучланиши бўйича –жадвалдан танланади.

Жадвал №4. Синаш кучланишлари жадвали.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номинал кучланиш, кВ | 3 | 6 | 10 | 15 | 20 | 35 | 110 | 150 | 220 | 330 | 500 |
| Ишчи кучланиш, кВ | 3,6 | 7,2 | 12,0 | 17,5 | 24 | 40,5 | 126 | 172 | 252 | 363 | 525 |
| Синаш кучланиши, кВ | 18 | 25 | 35 | 45 | 55 | 85 | 200 | 230 | 325 | 460 | 630 |

*l*ц2

*l*02

*l*ц1

*l*01

С т е р ж е н

Я р м о

Паст кучланиш чулғами

1-фаз юқори кучланиш чулғами

2-фаза юқори кучланиш чулғами

*а01 а1 а12  а2 а22*

δ01  δ12 δ22

δш

2-расм. Чулғамларни асосий изоляция ўлчамлари.

Синов кучланишлари бўйича қуйидаги жадваллардан изоляция оралиқларини танлаймиз.

Жадвал №5. Паст кучланишли чулғамнинг асосий изоляцияси.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Трансформатор қуввати, кВА | *Uсин*, кВ | *l*01,мм | ПК билан стержен оралиғи, мм |
| δ01 | *ац1* | *а01* | *l*ц1 |
| 25-250 | 5 | 15 | Картон 2×0,5 | - | 4 | - |
| 400-630 | 5 | 15 |  | - | 5 | - |
| 1000-2500 | 5 | 20 | 4 | 6 | 15 | 18 |
| 630-1600 | 18; 25 ва 35 | 30 | 4 | 6 | 15 | 25 |
| 2500-6300 | 18; 25 ва 35 | 50 | 4 | 8 | 17,5 | 25 |
| 630 ва юқори | 45 | 50 | 5 | 10 | 20 | 30 |
| 630 ва юқори | 55 | 75 | 5 | 13 | 23 | 45 |
| Ҳамма қувватлар | 85 | 85 | 6 | 19 | 30 | 70 |

Юқори куланишли чулғамларни изоляция оралиқлари қуйидаги жадвалдан танланади. Излоляция оралиқлари қуйидаги 2–расмда кўрсатилган.

Жадвал №6. Юқори кучланишли чулғамнинг асосий изоляцияси.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Трансформатор қуввати, кВА | *Uсин*, кВ | *l*02,мм | δш,мм | ЮК билан стержен оралиғи, мм |
| *а12* | δ*12* | *а01* | *l*ц2 |
| 25-100 | 18; 25 ва 35 | 20 | - | 9 | 2,5 | 4 | 10 |
| 160-630 | 18; 25 ва 35 | 30 | - | 9 | 3 | 5 | 15 |
| 1000-6300 | 18; 25 ва 35 | 50 | 2 | 20 | 4 | 15 | 18 |
| 630-1600 | 45 | 50 | 2 | 20 | 4 | 15 | 20 |
| 160-630 | 55 | 50 | 2 | 27 | 5 | 17,5 | 30 |
| 1000-6300 | 85 | 75 | 2 | 27 | 5 | 20 | 50 |
| 10000 ва юқори | 85 | 80 | 3 | 30 | 6 | 23 | 50 |

Олинган натижаларни қуйидаги кўринишда ёзамиз.

  

**Трансформатор чулғамларини танлаш.**

Трансформатор чулғамлари концентрик ва навбатлашиб келадиган чулғамларга бўлинади (3-расм). Трансформатор чулғамларида асосан концентрик чулғамлар ишлатилади. Улар цилиндрик, винтсимон ва ғалтакли чулғамлар турларга бўлинади. *Кoнсентрик чулғамлар* цлиндр шаклида бўлади. Кoнструкцияси жиҳатдан улар бир қаталами, тўғри тoртбурчакли кесимли симдан қилинган икки қатламли, дoиравий кесимли симдан қилинган кўп қатламли, ғалтакли кўп қатламли ва б. бўлади. Трансфoрматoрнинг қуввати катта бўлмаганда ва паст кучланишларда цлиндрсимoн чулғамлар бевoсита магнит ўтказгич стерженига кийдирилади (стерженни сиқиб турувчи йoғoч пoна ва планкалар бир вақтнинг ўзида изoлйация вазифасини ҳам бажаради ). Бoшқа ҳoлларда электр картoндан ёки бакелит лoки шимдирилган ўрoв қoғoзидан тайёрланган цилиндрга жoйлаштирилади.

Расм. 3. Трансформаторни а) концентрик ва б) алмашинувчи чулғамлари. ЮЧ-юқори кучланишли чулғам, ПЧ-паст кучланишли чулғам.

а) б)

ЮЧ ПЧ

Навбатлашиб келадиган дискли чулғамлар дисклар шаклида тайёрланади (ўрамлар битта текисликда ўралган). Магнит ўтказгич стерженида алoхида НН ғалтаклар (дисклар) ВН ғалтаклар билан навбатлашиб келади (-расм).

**Паст кучланишли чулғамни ҳисоблаш.**

Цилинрик чулғамни ҳисоблаш. Трансформаторни паст кучланишли чулғамида кўпинча тўғри бурчакли симли цилиндрик чулғам ишлатилади. Бу чулғамлар бир қатламли, икки қатламли ва айрим ҳолларда кўп қатламли кўринишда бажарилади. Икки қатламли цилиндрик чулғамни ҳисоблаймиз.

Дастлаб ўрамдаги кучланиш ҳисобланади.

; (17)

Бу ерда, *f-*ток частотаси, Гц;

 *Bc-* стержендаги магнит индукция, Тл;

 *Пс-* стерженнинг кесим юзаси, мм2*.*

Чулғамни ўрамлар сони

; (18)

Бу ерда, *Uф*-фаза кучланиши, В;

Ўрамдаги ток зичлиги алюминий учун  мис симлар учун деб қабул қилиб ўрам эффектив кесим юзасини аниқлаймиз.

; (19)

Икки қатламли тўғри бурчак симли цилиндрик чулғам қабул қиламиз. Қатламдаги ўрамлар сони.

; (20)

Ўрамни баландлигини аниқлаймиз.

; (21)

Кесим юзаси, сим маркаси ва ўлчамлари қуйидаги –жадвалдан танланади ва қуйидаги кўринишда ёзилади:

  (22)

Бу ерда, *а*-танланган симнинг бўйи, *b*-танланган симнинг эни;

 *а’* ва *b’-*танланган симнинг изоляцияси билан ўлчамлари. Икки томонлама сим изоляцияси қалинлиги 2∙δ=0,45 -0,55 атрофида танланади. Яъни:

*a’=a+2∙δ (23)*

*b’=b+2∙δ (24))*

Ўрамнинг эффектив кесим юзаси

 (25)

Чулғамни баландлиги:

; (26)

Чулғамдаги ток зичлиги

 (27)

Чулғамни радиал ўлчами

 (28)

Чулғамни ички диаметри

; (29)

Чулғамни ташқи диаметри

 (30)

Чулғамни кучланиши

; (31)

Жадвал №7. тўғри бурчакли чулғам симларининг ўлчамлари ва кесим юзаси.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a / b | **1,40** | **1,50** | **1,60** | **1,70** | **1,80** | **1,90** | **2,00** | **2,12** | **2,24** | **2,36** | **2,50** | **2,65** | **2,80** | **3,00** | **3,15** | **3,35** | **3,55** | **3,75** | **4,00** | **4,25** | **4,50** |
| **3,75** | 5,04 | - | 5,79 | - | 6,39 | - | 7,14 | - | 8,04 | - | 8,83 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **4,00** | 5,39 | 5,79 | 6,19 | 6,44 | 6,84 | 7,24 | 7,64 | 8,12 | 8,60 | 8,89 | 9,45 | 10,1 | 10,7 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **4,25** | 5,74 | - | 6,59 | - | 7,29 | - | 8,14 | - | 9,16 | - | 10,1 | - | 11,4 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| **4,50** | 6,09 | 6,54 | 6,99 | 7,29 | 7,74 | 8,19 | 8,64 | 9,18 | 9,72 | 10,1 | 10,7 | 11,4 | 12,1 | 13,0 | 13,6 | - | - | - | - | - | - |
| **4,75** | 6,44 | - | 7,39 | - | 8,19 | - | 9,14 | - | 10,3 | - | 11,3 | - | 12,8 | - | 14,4 | - | - | - | - | - | - |
| **5,00** | 6,79 | 7,29 | 7,79 | 8,14 | 8,64 | 9,14 | 9,64 | 10,2 | 10,8 | 11,3 | 12,0 | 12,7 | 13,5 | 11,5 | 15,2 | 16,2 | 17,2 | - | - | - | - |
| **5,30** | 7,21 | - | 8,27 | - | 9,18 | - | 10,2 | - | 11,5 | - | 12,7 | - | 14,3 | - | 16,2 | - | 18,3 | - | - | - | - |
| **5,60** | 7,63 | 8,19 | 8,75 | 9,16 | 9,72 | 10,3 | 10,8 | 11,5 | 12,2 | 12,7 | 13,5 | 14,3 | 15,1 | 16,3 | 17,1 | 18,2 | 19,3 | 20,1 | 21,5 | - | - |
| **6,00** | 8,19 | - | 9,39 | - | 10,4 | - | 11,6 | - | 13,1 | - | 14,5 | - | 16,3 | - | 18,4 | - | 20,8 | - | 23,1 | - | - |
| **6,30** | 8,61 | 9,24 | 9,87 | 10,4 | 11,0 | 11,6 | 12,2 | 13,0 | 13,8 | 14,3 | 15,2 | 16,2 | 17,1 | 18,4 | 19,3 | 20,6 | 21,8 | 22,8 | 24,3 | 25,9 | 27,5 |
| **6,70** | 9,17 | - | 10,5 | - | 11,7 | - | 13,0 | - | 14,7 | - | 16,2 | - | 18,2 | - | 20,6 | - | 23,2 | - | 25,9 | - | 29,3 |
| **7,10** | 9,73 | 10,4 | 11,2 | 11,7 | 12,4 | 13,1 | 13,8 | 14,7 | 15,5 | 16,2 | 17,2 | 18,3 | 19,3 | 20,8 | 21,8 | 23,2 | 24,7 | 25,8 | 27,5 | 29,3 | 31,1 |
| **7,50** | 10,3 | - | 11,8 | - | 13,1 | - | 14,6 | - | 16,4 | - | 18,2 | - | 20,5 | - | 23,1 | - | 26,1 | - | 29,1 | - | 32,9 |
| **8,00** | 11,0 | 11,8 | 12,6 | 13,2 | 14,0 | 14,8 | 15,6 | 16,6 | 17,6 | 18,3 | 19,5 | 20,7 | 21,9 | 23,5 | 24,7 | 26,3 | 27,9 | 29,1 | 31,1 | 33,1 | 35,1 |
| **8,50** | 11,7 | - | 13,4 | - | 14,9 | - | 16,6 | - | 18,7 | - | 20,7 | - | 23,3 | - | 26,2 | - | 29,6 | - | 33,1 | - | 37,4 |
| **9,00** | 12,4 | 13,3 | 14,2 | 14,9 | 15,8 | 16,7 | 17,6 | 18,7 | 19,8 | 20,7 | 22,0 | 23,3 | 24,7 | 26,5 | 27,8 | 29,6 | 31,4 | 32,9 | 35,1 | 37,4 | 39,6 |
| **9,50** | 13,1 | - | 15,0 | - | 16,7 | - | 18,6 | - | 20,9 | - | 23,2 | - | 26,1 | - | 29,4 | - | 33,2 | - | 37,1 | - | 41,9 |
| **10,00** | 13,8 | 14,8 | 15,8 | 16,6 | 17,6 | 18,6 | 19,6 | 20,8 | 22,0 | 23,1 | 24,5 | 26,0 | 27,5 | 29,5 | 31,0 | 33,0 | 35,0 | 36,6 | 39,1 | 41,6 | 44,1 |
| **10,60** | 14,6 | - | 16,8 | - | 18,7 | - | 20,8 | - | 23,4 | - | 26,0 | - | 29,1 | - | 32,8 | - | 37,1 | - | 41,5 | - | 46,8 |
| **11,20** | 15,5 | 16,6 | 17,7 | 18,7 | 19,8 | 20,9 | 22,0 | 23,4 | 24,7 | 25,9 | 27,5 | 29,1 | 30,8 | 33,1 | 34,7 | 37,0 | 39,2 | 41,4 | 43,9 | 46,7 | 49,5 |
| **11,80** | - | - | 18,7 | - | 20,9 | - | 23,2 | - | 26,1 | - | 29,0 | - | 32,5 | - | 36,6 | - | 41,3 | - | 46,3 | - | 52,2 |
| **12,50** | - | 18,5 | 19,8 | 20,9 | 22,1 | 23,4 | 24,6 | 26,1 | 27,6 | 29,0 | 30,7 | 32,6 | 34,5 | 37,0 | 38,8 | 41,3 | 43,8 | 46,0 | 49,1 | 52,3 | 55,4 |
| **13,20** | - | - | - | - | 23,4 | - | 26,0 | - | 29,2 | - | 32,5 | - | 36,4 | - | 41,0 | - | 46,3 | - | 51,9 | - | 58,5 |
| **14,00** | - | - | - | - | 24,8 | 26,2 | 27,6 | 29,3 | 31,0 | 32,5 | 34,5 | 36,6 | 38,7 | 41,5 | 43,6 | 46,4 | 49,2 | 52,0 | 55,1 | 58,6 | 62,1 |
| **15,00** | - | - | - | - | - | - | 29,6 | - | 33,2 | - | 37,0 | - | 41,5 | - | 46,7 | - | 52,7 | - | 59,1 | - | 66,6 |
| **16,00** | - | - | - | - | - | - | 31,6 | 33,6 | 35,5 | 37,2 | 39,5 | 41,9 | 44,3 | 47,5 | 49,9 | 53,1 | 56,3 | 59,1 | 63,1 | 67,1 | 71,1 |

Чулғамни бўйи дастлабки ҳисоблашлардан катта бўлса, ёки чулғамни радиал ўлчами бўйича нисбатан анча катта бўлгани учун кўп қатламли чулғам танланади. Масалан, қатламлар сонини 3 та ёки 4 та деб қабул қилиб ҳисоблашларни такрорланади.

**Юқори кучланишли чулғамни ҳисоблаш**

Юқори кучланишли чулғамларда ток кичикроқ бўлади. Шунинг учун бу чулғамларда одатда диаметри кичик бўлган думалоқ симлар қўлланилади. Думалоқ симли кўп қатламли цилиндрик чулғамни ҳисоблаш.

Чулғам кесим юзасини тақрибан қуйидаги ифодадан ҳисобланади:

 (32)

Олинган кесим юзаси бўйича –жадвалдан думалоқ сим танланади ва қуйидаги кўринишда ёзиб олинади:

 (33)

Бу ерда, *n2*-ўрамдаги параллел симлар сони.

Урамнинг тўла кесим юзаси:

 (34)

Бу ерда П2’’-бирта симнинг кесим юзаси.

Чулғамдаги ток зичлиги:

 (35)

Қатламдаги ўрамлар сони:

 (36)

8-жадвал. ПБ (мис) ва АПБ (алюминий) маркали думалоқ симларни диаметри ва кесим юзаси.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр, мм | Кесим юзаси, мм2 | Диаметр, мм | Кесим юзаси, мм2 | Диаметр, мм | Кесим юзаси, мм2 |
| 1,18 | 1,094 | 2,0 | 3,14 | 3,35 | 8,81 |
| 1,25 | 1,23 | 2,12 | 3,53 | 3,55 | 9,895 |
| 1,32 | 1,37 | 2,24 | 3,94 | 3,75 | 11,05 |
| 1,40 | 1,51 | 2,36 | 4,375 | 4,00 | 12,55 |
| 1,50 | 1,77 | 2,50 | 4,91 | 4,10 | 13,2 |
| 1,6 | 2,015 | 2,65 | 5,51 | 4,25 | 14,2 |
| 1,7 | 2,27 | 2,80 | 6,61 | 4.50 | 15,9 |
| 1,8 | 2,54 | 3,00 | 7,07 | 4,75 | 17,7 |
| 1,9 | 2,80 | 3,15 | 7,795 | 5,00 | 19,63 |

Чулғамдаги қатламлар сони:

 (37)

Бу сон яқин бутун сонга яхлитланади.

Чулғамнинг радиал ўлчами:

 (38)

Экранли чулғамнинг радиал ўлчами:

 (39)

Чулғамнинг ички диаметри

 (40)

Чулғамни ташқи диаметри

; (41)

**Тўғри бурчакли симли чулғамни ҳисоблаш.**

 Токи катта бўлган чулғамларда тўғри бурчакли симлар ҳам қўлланилади. Юқори кучланишли чулғамга ҳам кўп қатламли цилиндрик тўғри бурчакли симдан олиб ҳисоблашларни бажарамиз. Қатламлар сонини одатда 6-8 тадан кўп деб қабул қилинади.

Чулғамдаги ўрамлар сони:

; (42)

Қатламдаги ўрамлар сони

 (43)

Эффектив ўрамнинг кесим юзаси

 (44)

Ўрамдаги ток зичлиги алюминий учун  мис симлар учун деб қабул қилинади.

Элементар симлар сонини 1 та деб қабул қилинади. Ўрамни бўйи:

 (45)

Сим танлаймиз, ўлчамлари қуйидагича бўлган  сим танлаймиз

Чулғамдаги ток зичлиги

 (46)

Чулғамнинг бўйи

 (47)

Чулғамни радиал ўлчами

 (48)

Чулғамнинг ички диаметри

 (49)

Чулғамни ташқи диаметри

; (50)

**Чулғам кучланишини ростлаш.**

Юқори кучланиш чулғамининг ростлаш ўрамларини ҳисоблаймиз. Ростлаш поғонасидаги кучланиш 2,5 % бўлади. Ростлаш кучланиши қуйидаги ифодадан аниқланади:

 (51)

Ростлаш поғонасидаги ўрамлар сони

 (52)

Кучланиш ±5 % ўзгариши керак.

Поғоналардаги кучланиш ва ўрамлар сони қуйидаги жадваллар бўйича ҳисобланади.

9-жадвал. Кучланиши ростланадиган чулғамнинг ўрамларнинг тақсимланиши.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Поғоналар | Ўрамлар сони | Кучланиш |
| 1 | *w2-2∙Δwp* | *Uн-2∙ΔUp* |
| 2 | *w2-Δwp* | *Uн-ΔUp* |
| 3 | *w2* | *Uн* |
| 4 | *w2+Δwp* | *Uн+∙ΔUp* |
| 5 | *w2+2∙Δwp* | *Uн+2∙ΔUp* |

Кучланиш кўпинча юқори кучланиш чулғами томонидан ростланади. Ростлаш занжири схемасини ишлаб чиқиб тушунтирув ёзувига келтирилади.

**4. Қисқа туташув параметрларини ҳисоблаш**

Бу бўлимда юклама токи туфайли вужудга келадиган исрофлар ва уни характерлофчи асосий параметрларни ҳисобланади. Чулғамдаги асосий исрофлар қуйидаги ифодалардан аниқланади:

Алюминий симли чулғамлар учун:

 (53)

Мис симли чулғамлар учун:

 (54)

Бу ерда, J-чулғамлардаги ток зичлиги, А/M2;

GAва GM-алюминий ва мис симли чулғамларни массаси бўлиб, қуйидаги ифодалардан ҳисобланади:

 (55)

 (56)

Бу ерда, П-ўрамнинг кесим юзаси, м2;

 ω-чулғамдаги ўрамлар сони, дона;

 С-стерженлар сони, дона;

 Dўp-чулғамнинг ўртача диаметри бўлиб қуйидаги ифодадан ҳисобланади:

 (57)

Бу ерда, D1 ва D2-чулғамнинг ички ва ташқи диаметрлари, м;

Чулғамдаги қўшимча исрофлар. Қўшимча исрофлар коэффициенти:

Тўғри бурчакли мис симли чулғамлар учун:

 (58)

Думалоқ мис симли чулғамлар учун:

 (59)

Тўғри бурчакли алюминий симли чулғамлар учун:

 (60)

Думалоқ алюминий симли чулғамлар учун:

 (61)

Бу ерда, *а*-тўғри бурчакли симнинг бўйи, м;

 *d*-думалоқ симнинг диаметри, м;

 *n*-ўрамдаги параллел симлар сони, дона.

 β-коэффициент қуйидаги ифодадан аниқланади:

Тўғри бурчакли симли чулғамлар учун:

 (62)

Думалоқ симли чулғамлар учун:

 (63)

Бу ерда, *b*-тўғри бурчакли симнинг эни, м;

 *m*-қатламдаги ўрамлар сони, дона.

Чиқишлардаги исрофларни ҳисоблаш. Чиқишнинг узунлиги:

«юлдуз» уланган чулғамлар учун:

 (64)

«учбурчак» уланган чулғамлар учун:

 (65)

Чиқишдаги металл массаси:

 (66)

Бу ерда*, Пчиқ*- чиқишнинг кесим юзаси бўлиб, ўрам юзасига тенг деб олинади.

Чиқишлардаги исрофлар қуйидаги ифодадан аниқланади:

 (67)

Бу ердаги *k*-коэффициент ()- ифодадагидек олинади.

Трансформатор бакидаги исрофлар қуйидаги ифода билан ҳисобланади:

*Рб=10∙k∙S, (68)*

Бу ерда S-трансформаторнинг номинал қуввати, кВА;

*k*-қуйидаги жадвалдан аниқланади.

10-жадвал. k -коэффициентни қиймати.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ҚувватикВА | 1000 гача | 1000 -4000 | 6300-10000 | 16000-25000 | 40000-63000 |
| *k* | 0,015-0,02 | 0,025-0,04 | 0,04-0,045 | 0,045-0,053 | 0,06-0,07 |

Қисқа туташув исрофларининг тўла қиймати:

*Рқ=Рас1∙kқ1+ Рас2∙kқ2+Рчиқ1+Рчиқ2+Рб (69)*

Қисқа туташув исрофининг қиймати топшириқда берилган қиймати билан солиштирилади. Агар хатолик 5% дан ошмаса ҳисоблашлар давом эттирилади.

Қисқа туташув кучланишининг актив ташкил этувчиси

; (70)

Қисқа туташувнинг реактив ташкил этувчиси

 (71)

Чулғамнинг радиал размери

 (72)

Қисқа туташув кучланишининг тўла қиймати

 (73)

**5. Трансформатор магнит ўзагини ҳисоблаш**

Трансформатор магнит ўзагини танлаш учун дастлабки ҳисоблашдаги стерженнинг юзасидан фойдаланамиз. 11–жадвалдан стерженнинг диаметри бўйича поғоналар сони ва кр коэффициентни аниқлаймиз. 12–жадвалдан эса стержен пакетлари ўлчамлари размерларини танлаймиз.

Стерженнинг кесим юзасини пакетлар ўлчами бўйича ҳисоблаймиз.

 (74)

Ярмонинг ҳам кесим юзаси худди шундай ҳисобланади ва охирги икки қўшилувчи бўлмайди:

 (75)

Стерженнинг узунлиги:

; (76)

Стерженлар ўқлари орасидаги масофа

; (78)

Стерженлардаги пўлат массаси

; (79)

Бу ерда γ–электротехник пўлатнинг зичлиги бўлиб γ=7650 кг/м3.

Чекка стерженлар ўқлар орасидаги жойлашган ярмони массаси

 (80)

Ярмо чеккаларидаги пўлатни массалари:

; (81)

Ярмони массаси

 (82)

Магнит ўзакни массаси

 (83)

Трансформаторнинг салт ишлаш исрофини ҳисоблаймиз. Стержендаги магнит индукция

 (84)

Ярмодаги магнит индукция

 (85)

Бу ерда Uўр-ўрамдаги кучланиш,В.

Маркаси бўйича совуқлайин ёйилган электротехник пўлатнинг солиштирма қувват исрофини -жадвалдан оламиз.

Салт ишлаш исрофини ҳисоблаш.

 (86)

Бу ерда, К-қўшимча исрофларни ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, К=1,03 қабул қилинади.

*Рс* ва *Pя-*пўлатдаги солиштирмаисрофлар(-жадвалдан олинади), кг/м3;

*Рз*-қия боғланишлардаги қувват исрофи (-жадвалдан олинади) кВт/м2;

*nз-*боғланишлар сони бўлиб, масалан, 2 та тўғри ва 4 та қия боғланишлар бўлиши мумкин;

*Пз*-боғланишлар юзаси бўлиб, тўғри боғланиш юзаси стержен юзасига тенг деб, қия боғланиш юзаси эса қуйидагича ҳисобланади:

*Пз=√2∙Пс=1,414∙Пс; (87)*

Магнит ўзакнинг баландлиги

; (88)

Салт ишлаш токини ҳисоблаш.

Трансформаторни салт ишлаш пайтидаги магнитловчи қуввати қуйидаги ифодадан ҳисобланади:

 (89)

Бу ерда, К-қўшимча исрофларни ҳисобга олувчи коэффициент бўлиб, К=1,03 қабул қилинади.

*qс* ва *qя-*пўлатдаги солиштирма реактивисрофлар(-жадвалдан олинади), кг/м3;

Салт ишлаш токи

 (90)

Салт ишлаш токининг актив ташкил этувчиси

 (91)

Салт ишлаш токининг реактив ташкил этувчиси

 (92)

4- расм. Стерженнинг кесим юзасининг кўриниши.

*a*1

*b1*

Жадвал №11. уч фазали трансформаторларни поғоналар сони ва кесим юзаси.

|  |  |
| --- | --- |
| Кўрсаткич | Стерженлар пона билан зичлаштирилган, стерженлар кесими каналлар ҳисобга олинмаган  |
| Трансформатор қуввати S, кВА | 16 гача | 16 | 25 | 40-100 | 160-230 |
| Стерженнинг тахминий диаметри | 0,08 гача | 0,08 | 0,09 | 0,10-0,14 | 0,16-0,18 | 0,20 | 0,22 |
| Зичловчи пластина билан | Поғоналар сони | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 6 | 7 | 8 |
| Коэффициент kкр | 0,636 | 0,786 | 0,851 | 0,861 | 0,890 | 0,91-0,92 | 0,913 | 0,918 | 0,928 |
| Зичловчи пластинасиз | Поғоналар сони | - | - | - | - | - | - | - | 6 | 7 |
| Коэффициент kкр | - | - | - | - | - | - | - | 0,884 | 0,901 |
| Кўрсаткич | Стерженлар пона билан зичлаштирилган, стерженлар кесими каналлар ҳисобга олинмаган |
| Трансформатор қуввати S, кВА | 1000-1600 | 2500-6300 | 10000 | 16000 | 25000 | 32000 | 80000 |
| Стерженнинг тахминий диаметри | 0,24-0,26 | 0,28-0,30 | 0,32-0,34 | 0,36-0,38 | 0,40-0,42 | 0,45-0,50 | 0,53-0,56 | 0,60-0,67 | 0,71-0,75 |
| Зичловчи пластина билан | Поғоналар сони | 8 | 8 | 9 | 9 | 11 | 14 | 15 | 16 | 16 |
| Коэффициент kкр | 0,925 | 0,928 | 0,929 | 0,913 | 0,922 | 0,927 | 0,927 | 0,929 | 0,931 |
| Зичловчи пластинасиз | Поғоналар сони | 7 | 7 | 8 | 8 | 10 | 13 | 14 | 15 | 15 |
| Коэффициент kкр | 0,900 | 0,9-0,91 | 0,912 | 0,89-0,90 | 0,907 | 0,912 | 0,914 | 0,918 | 0,920 |

Жадвал №12. Стерженлардаги пакетларни ўлчамлари.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Стержен диаметри | Стержен  | Ярмо  | Стержендаги пакетларнинг ўлчамлари,*a x b, мм* |
| Зичловчи пластинасиз | Зичловчи пластина билан | *nя* | *ая* |
|  |  |  |  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 0,19 | 7 | 0,927 | 6 | 0,890 | 5 | 100 | 180×30 | 165×17 | 145×14 | 130×8 | 115×7 | 100×5 | 75×7 | - |
| 0,20 | 7 | 0,918 | 6 | 0,885 | 5 | 120 | 195×22 | 175×26 | 155×15 | 135×11 | 120×6 | 105×5 | 75×7 | - |
| 0,21 | 7 | 0,922 | 6 | 0,890 | 5 | 130 | 200×32 | 180×22 | 160×14 | 145×8 | 130×6 | 110×8 | 90×6 | - |
| 0,22 | 8 | 0,929 | 7 | 0,901 | 6 | 120 | 215×23 | 195×28 | 175×15 | 155×12 | 135×9 | 120×5 | 105×4 | 75×7 |
| 0,23 | 8 | 0,933 | 7 | 0,907 | 6 | 130 | 220×34 | 205×19 | 185×16 | 165×12 | 145×9 | 130×5 | 115×5 | 90×6 |
| 0,24 | 8 | 0,927 | 7 | 0,902 | 6 | 135 | 230×34 | 215×19 | 195×17 | 175×12 | 155×9 | 135×8 | 120×5 | 95×6 |
| 0,25 | 8 | 0,929 | 7 | 0,909 | 6 | 140 | 240×35 | 220×24 | 200×16 | 180×12 | 155×11 | 140×6 | 120×6 | 100×5 |
| 0,26 | 8 | 0,924 | 7 | 0,900 | 6 | 155 | 250×35 | 230×25 | 215×13 | 195×13 | 175×10 | 155×8 | 120×9 | 105×6 |
| 0,27 | 8 | 0,930 | 7 | 0,901 | 6 | 155 | 260×36 | 240×25 | 215×20 | 195×13 | 170×11 | 155×5 | 135×7 | 105×8 |
| 0,28 | 8 | 0,927 | 7 | 0,903 | 6 | 175 | 270×37 | 250×26 | 230×17 | 215×9 | 195×11 | 175×9 | 135×13 | 105×7 |
| 0,29 | 8 | 0,927 | 7 | 0,899 | 6 | 165 | 280×37 | 260×27 | 235×21 | 210×15 | 180×13 | 165×6 | 145×6 | 115×8 |
| 0,30 | 8 | 0,930 | 7 | 0,912 | 6 | 175 | 295×28 | 270×37 | 250×18 | 230×13 | 215×8 | 175×18 | 135×12 | 105×6 |

Жадвал №13. электротехник пўлатдаги исрофлар солиштирма қийматлари.

|  |  |
| --- | --- |
| *р*, Вт/кг | *р3,* Вт/м2 |
| *В,* Тл | 3404, 0,35 мм | 3404, 0,30 мм | 3405, 0,30 мм | М4Х, 0,28 мм |  |  |
| 0,20 | 0,028 | 0,025 | 0,023 | 0,018 | 25 | 30 |
| 0,40 | 0,093 | 0,090 | 0,085 | 0,069 | 50 | 70 |
| 0,60 | 0,190 | 0,185 | 0,130 | 0,145 | 100 | 125 |
| 0,80 | 0,320 | 0,300 | 0,280 | 0,245 | 170 | 215 |
| 1,00 | 0,475 | 0,450 | 0,425 | 0,370 | 265 | 345 |
| 1,20 | 0,675 | 0,635 | 0,610 | 0,535 | 375 | 515 |
| 1,22 | 0,697 | 0,659 | 0,631 | 0,555 | 387 | 536 |
| 1,24 | 0,719 | 0,683 | 0,652 | 0,575 | 399 | 557 |
| 1,26 | 0,741 | 0,707 | 0,673 | 0,595 | 411 | 578 |
| 1,28 | 0,763 | 0,731 | 0,694 | 0,615 | 423 | 589 |
| 1,30 | 0,785 | 0,755 | 0,715 | 0,635 | 435 | 620 |
| 1,32 | 0,814 | 0,779 | 0,739 | 0,658 | 448 | 642 |
| 1,34 | 0,843 | 0,803 | 0,763 | 0,681 | 461 | 664 |
| 1,36 | 0,872 | 0,827 | 0,787 | 0,704 | 474 | 686 |
| 1,38 | 0,901 | 0,851 | 0,811 | 0,727 | 497 | 708 |
| 1,40 | 0,930 | 0,875 | 0,835 | 0,750 | 500 | 730 |
| 1,42 | 0,964 | 0,906 | 0,860 | 0,778 | 514 | 754 |
| 1,44 | 0,998 | 0,937 | 0,869 | 0,806 | 526 | 778 |
| 1,46 | 1,032 | 0,968 | 0,916 | 0,834 | 542 | 802 |
| 1,48 | 1,066 | 0,999 | 0,943 | 0,862 | 556 | 826 |
| 1,50 | 1,100 | 1,030 | 0,970 | 0,890 | 570 | 850 |
| 1,52 | 1,134 | 1,070 | 1,004 | 0,926 | 585 | 878 |
| 1,54 | 1,168 | 1,110 | 1,038 | 0,962 | 600 | 906 |
| 1,56 | 1,207 | 1,150 | 1,074 | 1,000 | 615 | 934 |
| 1,58 | 1,251 | 1,190 | 1,112 | 1,040 | 630 | 962 |
| 1,60 | 1,295 | 1,230 | 1,150 | 1,080 | 645 | 990 |
| 1,62 | 1,353 | 1,278 | 1,194 | 1,132 | 661 | 1017 |
| 1,64 | 1,411 | 1,326 | 1,238 | 1,184 | 677 | 1044 |
| 1,66 | 1,472 | 1,380 | 1,288 | 1,244 | 695 | 1071 |
| 1,68 | 1,536 | 1,440 | 1,344 | 1,312 | 709 | 1098 |
| 1,70 | 1,600 | 1,500 | 1,400 | 1,380 | 725 | 1125 |
| 1,72 | 1,672 | 1,560 | 1,460 | 1,472 | 741 | 1155 |
| 1,74 | 1,744 | 1,620 | 1,520 | 1,564 | 757 | 1185 |
| 1,76 | 1,824 | 1,692 | 1,588 | 1,660 | 773 | 1215 |
| 1,78 | 1,912 | 1,776 | 1,664 | 1,760 | 789 | 1245 |
| 1,80 | 2,000 | 1,860 | 1,740 | 1,860 | 805 | 1275 |
| 1,82 | 2,090 | 1,950 | 1,815 | 1,950 | 822 | 1305 |
| 1,84 | 2,180 | 2,040 | 1,890 | 2,040 | 839 | 1335 |
| 1,86 | 2,270 | 2,130 | 1,970 | 2,130 | 856 | 1365 |
| 1,88 | 2,360 | 2,220 | 2,060 | 2,220 | 873 | 1395 |
| 1,90 | 2,450 | 2,300 | 2,150 | 2,400 | 890 | 1425 |
| 1,95 | 2,700 | 2,530 | 2,390 | 2,530 | 930 | 1500 |
| 2,00 | 3,000 | 2,820 | 2,630 | 2,820 | 970 | 1580 |

Жадвал №14. Электротехник пўлатдаги исрофлар солиштирма қийматлари.

|  |  |
| --- | --- |
| *q*, Вт/кг | *q3,* Вт/м2 |
| *В,* Тл | 3404, 0,35 мм | 3404, 0,30 мм | 3405, 0,30 мм | М4Х, 0,28 мм | 3404 | 3405 |
| 0,20 | 0,040 | 0,040 | 0,039 | 0,038 | 40 | 40 |
| 0,40 | 0.120 | 0,117 | 0,117 | 0,115 | 80 | 80 |
| 0,60 | 0,234 | 0,230 | 0,227 | 0,223 | 140 | 140 |
| 0,80 | 0,375 | 0,371 | 0,366 | 0,362 | 280 | 280 |
| 1,00 | 0,548 | 0,540 | 0,533 | 0,525 | 1000 | 900 |
| 1,20 | 0,752 | 0,742 | 0,7323 | 0,722 | 4000 | 3700 |
| 1,22 | 0,782 | 0,768 | 0,758 | 0,748 | 4680 | 4160 |
| 1,24 | 0,811 | 0,793 | 0,783 | 0,773 | 5360 | 4620 |
| 1,26 | 0,841 | 0,819 | 0,809 | 0,799 | 6040 | 5080 |
| 1,28 | 0,870 | 0,844 | 0,834 | 0,824 | 6720 | 5540 |
| 1,30 | 0,900 | 0,870 | 0,860 | 0,850 | 7400 | 6000 |
| 1,32 | 0,932 | 0,904 | 0,892 | 0,880 | 8200 | 6640 |
| 1,34 | 0,964 | 0,938 | 0,924 | 0,910 | 9000 | 7280 |
| 1,36 | 0,996 | 0,972 | 0,956 | 0,940 | 9800 | 7920 |
| 1,38 | 1,028 | 1,006 | 1,988 | 1,970 | 10600 | 8560 |
| 1,40 | 1,060 | 1,040 | 1,020 | 1,000 | 11400 | 9200 |
| 1,42 | 1,114 | 1,089 | 1,065 | 1,041 | 12440 | 10120 |
| 1,44 | 1,168 | 1,139 | 1,110 | 1,082 | 13480 | 11040 |
| 1,46 | 1,222 | 1,188 | 1,156 | 1,123 | 14520 | 11960 |
| 1,48 | 1,276 | 1,238 | 1,210 | 1,161 | 15560 | 12880 |
| 1,50 | 1,330 | 1,289 | 1,246 | 1,205 | 16600 | 13800 |
| 1,52 | 1,408 | 1,360 | 1,311 | 1,263 | 17960 | 14760 |
| 1,54 | 1,486 | 1,431 | 1,376 | 1,321 | 19320 | 15720 |
| 1,56 | 1,575 | 1,511 | 1,447 | 1,383 | 20700 | 16800 |
| 1,58 | 1,675 | 1,600 | 1,524 | 1,449 | 22100 | 18000 |
| 1,60 | 1,775 | 1,688 | 1,602 | 1,526 | 23500 | 19200 |
| 1,62 | 1,958 | 1,850 | 1,748 | 1,645 | 25100 | 20480 |
| 1,64 | 2,131 | 2,012 | 1,894 | 1,775 | 26700 | 21760 |
| 1,66 | 2,556 | 2,289 | 2,123 | 1,956 | 28600 | 23160 |
| 1,68 | 3,028 | 2,681 | 2,435 | 2,188 | 30800 | 24680 |
| 1,70 | 3,400 | 3,073 | 2,747 | 2,420 | 33000 | 27000 |
| 1,72 | 4,480 | 4,013 | 3,547 | 3,080 | 35400 | 28520 |
| 1,74 | 5,560 | 4,953 | 4,347 | 3,740 | 37800 | 30840 |
| 1,76 | 7,180 | 6,364 | 5,561 | 4,736 | 40800 | 33000 |
| 1,78 | 9,340 | 8,247 | 7,161 | 6,068 | 44400 | 35000 |
| 1,80 | 11,500 | 10,130 | 8,770 | 7,400 | 48000 | 37000 |
| 1,82 | 20,240 | 17,670 | 15,110 | 12,540 | 52000 | 39800 |
| 1,84 | 28,980 | 25,210 | 21,450 | 17,680 | 56000 | 43600 |
| 1,86 | 37,720 | 32,750 | 27,790 | 22,820 | 60000 | 47400 |
| 1,88 | 46,460 | 40,290 | 34,130 | 27,960 | 64000 | 51200 |
| 1,90 | 55,200 | 47,830 | 40,740 | 33,100 | 68000 | 55000 |
| 1,95 | 89,600 | 82,900 | 76,900 | 70,800 | 80000 | 65000 |
| 2,00 | 250,000 | 215,000 | 180,000 | 145,000 | 110000 | 75000 |

**Трансформатор бакининг асосий ўлчамларини аниқлаш.**

Трансформаторнинг минимал кенглиги:

В=D2” +(s1+s2+d1+s3+s4+d2)∙10-3  (93)

бу ерда, S1-трансформатор бакидан юқори кучланиш чиқишгача бўлган масофа, мм(-жадвалдан олинади);

 S2-чиқишдан чулғамгача бўлган масофа, мм (-жадвалдан олинади);

 d1-юқори кучланиш чиқишининг диаметри, мм; 10 ва 35 кВ кучланишларда қуввати 10000 кВА гача бўлганда d1=20 мм, бундан катта қийматларда d2=25 мм.

 S3- чулғамдан паст кучланиш чиқишигача бўлган масофа, мм;

 d2-паст кучланиш чиқишининг диаметри, мм; агар чиқиш изоляцияланган бўлса d2=d1, агар изоляцияланмаган (шина ўтказгич) бўлса d2=10-15 мм.

S4- паст кучланиш чиқишидан бакга бўлган масофа, мм;

Уч фазали трансформатор бакининг узунлиги:

А=2∙С+ D2”+2∙S5∙10-3. (94)

C-стержен ўқлари орасидаги масофа, мм;

D2”-чулғамнинг ташқи диаметри, мм;

S5 -чулғамдан бак деворигача бўлган масофа, мм;

S5=S3+d2+S4  (95)

5-расм. Трансформатор бакининг асосий ўлчамлари.

D2’’

*lc*

*hя*

А

H

Ha

Hя

В

S3

S4

S1

S2

S5

Курс лойиҳаси ҳисоблашлари натижалари асосида 24-форматдаги чизма варағида чизмалар илова қилинади. Трансформатор конструкциясини белгиловчи асосий ўлчамлар белгиланган масштабда чизмада келтирилади. Чизмада фақат ҳисобланган катталиклар келтирилади. Ҳисобланмаган трансформатор элементлари талаб қилинмайди. Чизмада қуйидаги катталиклар келтирилиши сўралади:

1. трансформатор баки ўлчамлари
2. трансформатор магнит тизими ўлчамлари
3. трансформатор юқори ва паст кучланишли чулғамлари ўлчамлари
4. асосий изоляция оралиқлари.

Бу ўлчамлар йиғилган ҳолда ёки алоҳида –алоҳида кўрсатилиши мумкин. Бунда ўлчамлар тушунтирув ёзувидани ҳисоблашларга мувофиқ келиши керак. Бу ўлчамлар 5-расмда кўрстаилгандек кўринишда келтирилиши мумкин.

**ХУЛОСА.**

Тушунтирув ёзувининг хулоса қисмида бажарилган иш бўйича хулосалар ёзилади. Жумладан, ҳисоблаш жараёнида танланган қарорлар асосланади. Масалан, юқори кучланиш чулғамига думалоқ симли кўп қатламли чулғам танланганлиги, магнит тизимига 0,3 мм қалинликдаги 3404 типидаги электротехник пўлат танлангани ва шунга ўхшаш қарорлар асосланади. Ҳисобий қийматлар топшириқда берилган қийматлар билан таққосланади ва хатоликлар таҳлил қилинади. Бундан ташқари, курс лойиҳасини аҳамияти ва келгусидаги амалий фаолиятдаги ўрни тўғрисида қисқача хулосалар ёзилади.

**АДАБИЁТЛАР.**

* 1. П. М. Тихомировнинг «Расчет трансформаторов». Учебное пособие для вузов.-М.: Энергоатом издат, 1986. 528 с.
	2. К.Т.Олимхўжаев. Электр машиналари трансформаторлар. Ўқув қўлланма. Тош ДТУ, Тошкент, 1995 й. 164 б.
	3. М.М.Кацман. Электрические машины. Учебник. –М.: Высшая школа, 1990 г. 463 с.