ЗАДАНИЕ

Дан трёхфазный двухобмоточный трансформатор

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Sн,  кВ∙А | напряжение обмотки,кВ | | Потери, кВт | | Схема  и группа  соединения | Uкз, % | Iхх,  % | сos φ2 при нагрузке | | |
| ВН | НН | Pо | Pкз | акти-  ной | Индук-тивной | емко-  стной |
| 16 | 2500 | 10 | 6,3 | 5,28 | 23 | Y/∆-II | 5,5 | 2 | 1 | 0,64 | 0,58 |

Необходимо выполнить следующие расчёты.

1. Определить параметры Т-образной схемы замещения трансформатора.
2. Начертить в масштабе полные векторные диаграммы трансформатора для трёх видов нагрузки (активной, активно-индуктивной и активно-ёмкостной).
3. Рассчитать и построить зависимость коэффициента полезного действия от нагрузки η=f(кнг) при значениях коэффициента нагрузки кнг, равных 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 и 1,25 от номинального вторичного тока I2Н. Определить максимальное значение кпд.
4. Определить изменение вторичного напряжения Δ U аналитическим и графическим методом.
5. Построить внешние характеристики трансформатора для значений тока, равных 0,25; 0,50; 0,75; 1,00 и 1,25 от величины номинального вторичного тока I2Н.

Примечание. При определении параметров трёхфазного трансформатора и построении векторных диаграмм расчёт ведётся на одну фазу.

**1. Определение параметров схемы замещения трансформатора в режиме холостого хода**

Для определения параметров схемы замещения трансформатора необходимо рассчитать:

а) номинальный ток первичной обмотки трансформатора:

;



б) фазный ток первичной обмотки трансформатора:

при соединении по схеме "звезда"

;



в) фазное напряжение первичной обмотки:

при соединении по схеме "звезда"

;



г) фазный ток холостого хода трансформатора:

;



где - ток холостого хода, %;



д) мощность потерь холостого хода на фазу

;



где m – число фаз первичной обмотки трансформатора. в нашем случае 3 шт;

е) полное сопротивление ветви намагничивания схемы замещения трансформатора при холостом ходе

;



ж) активное сопротивление ветви намагничивания

;



з) реактивное сопротивление цепи намагничивания

;



и) фазный коэффициент трансформации трансформатора

; где U2ф=U2н



к) линейный коэффициент трансформации трансформатора

.



**2. Определение параметров схемы замещения трансформатора в режиме короткого замыкания**

В опыте короткого замыкания вторичная обмотка трансформатора замкнута накоротко, а подводимое к первичной обмотке напряжение подбирается таким образом, чтобы ток обмотки трансформатора был равен номинальному. Схема замещения трансформатора в режиме короткого замыкания представлена на рис. 1.



Рис. 1

Здесь суммарное значение активных сопротивлений () обозначают rk и называют активным сопротивлением короткого замыкания, а () – индуктивным сопротивлением короткого замыкания xk.



Для определения параметров схемы замещения трансформатора рассчитаем:

а) фазное напряжение первичной обмотки U1Ф=5,7 кВ;

б) фазное напряжение короткого замыкания

;



где Uk – напряжение короткого замыкания, %;

в) полное сопротивление короткого замыкания

,



где Iк.ф. – фазный ток короткого замыкания:

при соединении по схеме "звезда":

;



г) мощность потерь короткого замыкания на фазу

;



Pk – это мощность потерь Короткого замыкания

д) активное сопротивление короткого замыкания

;



е) индуктивное сопротивление короткого замыкания

.



Обычно принимают схему замещения симметричной, полагая

; ;



; ,



где r1 – активное сопротивление первичной обмотки трансформатора;

x1 - индуктивное сопротивление первичной обмотки трансформатора, обусловленное магнитным потоком рассеяния Ф1δ;

- приведённое активное сопротивление вторичной обмотки трансформатора;



- приведённое индуктивное сопротивление вторичной обмотки трансформатора, обусловленное магнитным потоком рассеяния Ф2δ.



**3. Построение векторной диаграммы**

При построении векторной диаграммы пользуются Т-образной схемой замещения (рис.2).



Рис. 2

Векторная диаграмма является графическим выражением основных уравнений приведённого трансформатора:



Для построения векторной диаграммы трансформатора необходимо определить:

а) номинальный ток вторичной обмотки трансформатора

;



б) фазный ток вторичной обмотки трансформатора:

при соединении по схеме "треугольник"

;



в) приведённый вторичный ток

;



г) приведённое вторичное напряжение фазы обмотки

;



д) угол магнитных потерь

;



е) угол ψ2, который определяется по заданному значению угла φ2 путём графического построения;

ж) падение напряжения в активном сопротивлении вторичной обмотки , приведённое к первичной цепи;



з) падение напряжения в индуктивном сопротивлении вторичной обмотки , приведённое к первичной цепи;



и) падение напряжения в активном сопротивлении первичной обмотки ;



к) падение напряжения в индуктивном сопротивлении первичной обмотки ;



Перед построением диаграммы следует выбрать масштаб тока mI и масштаб напряжения mV.

Результаты расчётов сводят в таблицу.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | k | ,В |  |  |  | ,А |  |  |  |  |  |  |  |  |
| А | | град | | | Ом | | | | В | | | |
| 132,3 | 120,25 | 1,1 | 6930 | 6,1 | 50,2 | 54,54 | 144,33 | 0,148 | 0,18 | 0,884 | 1,07 | 21,645 | 106,301 | 21,36084 | 127,587 |

Построение векторной диаграммы для вторичной обмотки в случае активно-индуктивной нагрузки приведёно на рис.3

Из рисунка видно что

==7057,946



U1=6876,77266

I1=118,25

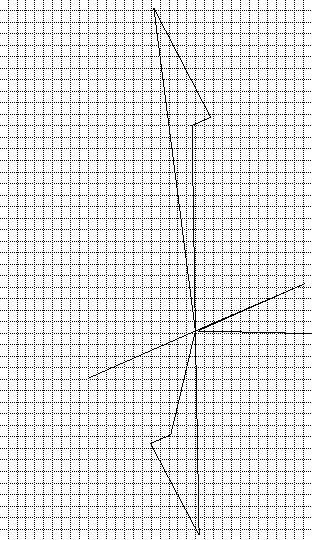


Рис. 3

**4. Построение кривой изменения КПД трансформатора в зависимости от нагрузки**

Коэффициент полезного действия трансформатора при любой нагрузке определяют по формуле



где Sн - полная номинальная мощность трансформатора, кВ·А;

P0 -мощность потерь холостого хода при номинальном напряжении, Вт;

Pk -мощность потерь короткого замыкания, Вт.

Кпд трансформатора рассчитывают для значений коэффициента нагрузки kнг , равных 0,25; 0,50; 0,75; 1,25 от номинального вторичного тока I2н .

Значения Таблица 5.

По результатам расчетов строят зависимость η = f ( kнг ) (рис.4). Максимальное значение коэффициента полезного действия имеет место при условии k2нгPk = P0 . Отсюда коэффициент нагрузки, соответствующий максимальному КПД, . По полученному значению kнг max (из графика) определяют максимальное значение коэффициента полезного действия.



|  |  |
| --- | --- |
| η | kнг |
| 0 | 0 |
| 0,981806117 | 0,25 |
| 0,985027581 | 0,48 | =0,48 |
| 0,985014198 | 0,5 |
| 0,983524273 | 0,75 |
| 0,977764951 | 1,25 |
| 0,974449268 | 1,5 |

Табл.5

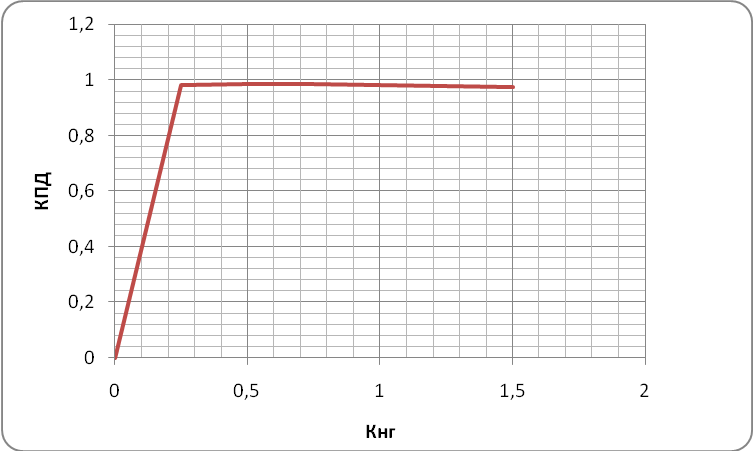


Рис.4

## **5. Определение изменения напряжения трансформатора при нагрузке**

При практических расчетах изменение вторичного напряжения трансформатора в процентах от номинального определяют по формуле



где Uк.а% – активная составляющая напряжения короткого замыкания при номинальном токе,

Uк. а%=Uк%cosφк= Uк%rк/zк=5,5\*0,36/2,172=0,91%;

Uк.р – реактивная составляющая напряжения короткого замыкания, выраженная в %



Изменение напряжения можно определить графическим методом. Для этого строят упрощенную векторную диаграмму (рис.5).

При этом 2,27%

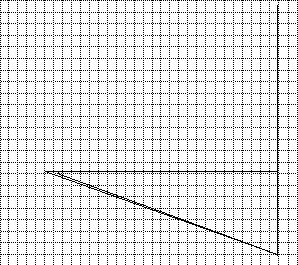


Рис.5

**6. Построение внешней характеристики трансформатора**

Внешнюю характеристику трансформатора строят по двум точкам: одну откладывают на оси , а вторую на линии, соответствующей Кнг=1, откладывая вверх значение , рассчитанное по формуле



Где



Рис. 6

##### **ЛИТЕРАТУРА**

# Брускин Д.Э., Зорохович А.Е., Хвостов В.С. Электрические машины: Учеб. для вузов. Ч.1.-М.: Высш.шк.,1987.- 319с.

Вольдек А.И. Электрические машины: Учеб. для студентов высш.техн.учеб.заведений. - Л.: Энергия, 1978.-832с.

Костенко М.П., Пиотровский Л.М. Электрические машины. Ч.1.-Л.: Энергия, 1972.- 544с.

Петров В.И., Потеряев П.И., Томилев Ю.Ф. Обозначения: условные, графические и буквенные в электрических схемах: Методические указания к оформлению графической части лабораторных работ, расчетно-графических заданий, курсовых и дипломных проектов. – Архангельск: РИО АЛТИ, 1984.-44с.

Любова О.А., Попов Я.Н., Шумилов А.А. Трансформаторы. Методические указания к курсовой работе. Архангельск. 2003.