

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технической эксплуатации и ремонта автомобилей

А.В. Пузаков

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Оренбург
2020

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

П 88

Рецензент – доцент, кандидат технических наук Р.Х. Хасанов

Пузаков, А.В.

П 88 Исследование работы однофазного трансформатора: методические указания / А.В. Пузаков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2020. – 15 с.

Методические указания содержат описание лабораторной работы и методику ее выполнения.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов при изучении дисциплины «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования»; по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства при изучении дисциплины и «Электротехника и электрооборудование автомобилей».

УДК 629.33(075.8)

ББК 39.33-04я73

© Пузаков А.В., 2020

© ОГУ, 2020

Содержание

1 Цель работы	4
2 Содержание работы.....	4
3 Оборудование	4
4 Порядок выполнения работы	5
4.1 Исследование работы однофазного трансформатора в режиме холостого хода.....	5
4.2 Исследование работы однофазного трансформатора под нагрузкой...	6
5 Контрольные вопросы	8
Список использованных источников	11
Приложение А Бланк лабораторной работы	12

1 Цель работы

Приобрести практические навыки исследования параметров однофазного трансформатора при работе на активную и реактивную нагрузку. Произвести построение основных характеристик однофазного трансформатора.

2 Содержание работы

1. Собрать схему опыта холостого хода однофазного трансформатора.
2. Записать показания приборов и произвести расчет коэффициента трансформации.
3. Собрать схему испытания однофазного трансформатора под нагрузкой. Записать показания приборов для разных значений активной и реактивной нагрузки.
4. Произвести расчет коэффициента мощности и коэффициента полезного действия трансформатора.
5. Построить внешние и энергетические характеристики однофазного трансформатора. Определить падение напряжения.
6. Сделать вывод.

3 Оборудование

Лабораторный стенд ЛЭС-5, электроизмерительные приборы (амперметры, вольтметры, ваттметры), соединительные провода, лабораторный автотрансформатор ЛАТР-2М.

4 Порядок выполнения работы

4.1 Исследование работы однофазного трансформатора в режиме холостого хода

Для исследования работы однофазного трансформатора в режиме холостого хода собирают схему, показанную на рисунке 1.

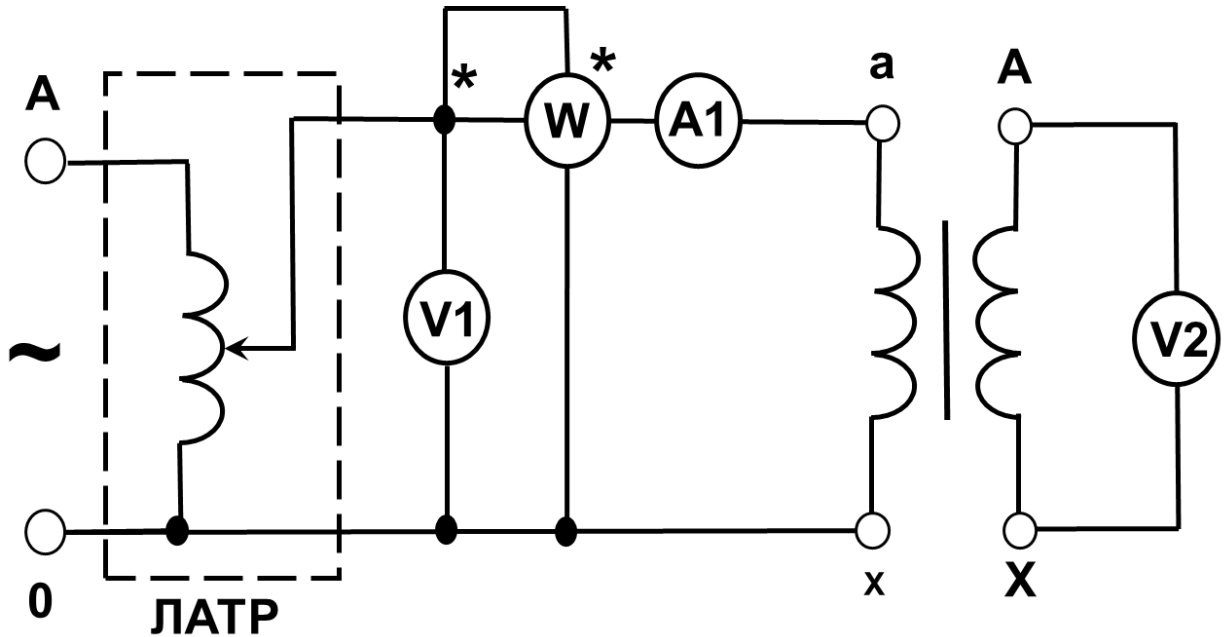


Рисунок 1 – Схема опыта холостого хода

Ко входу цепи, показанной на рисунке 1, подключают регулируемый источник питания. Устанавливают входное напряжение таким образом, чтобы напряжение первичной обмотки трансформатора составило $U_1 = 11,5$ В (номинальное значение). Показания приборов заносят в таблицу по форме таблицы 1.

Таблица 1 – Параметры трансформатора в режиме холостого хода

Измерено						Вычислено		
I_2, A	U_2, B	$P_2, Вт$	I_1, A	U_1, B	$P_1, Вт$	$\cos\varphi_1$	η	$\cos\varphi_2$

4.2 Исследование работы однофазного трансформатора под нагрузкой

Для исследования работы однофазного трансформатора под нагрузкой собирают схему, показанную на рисунке 2.

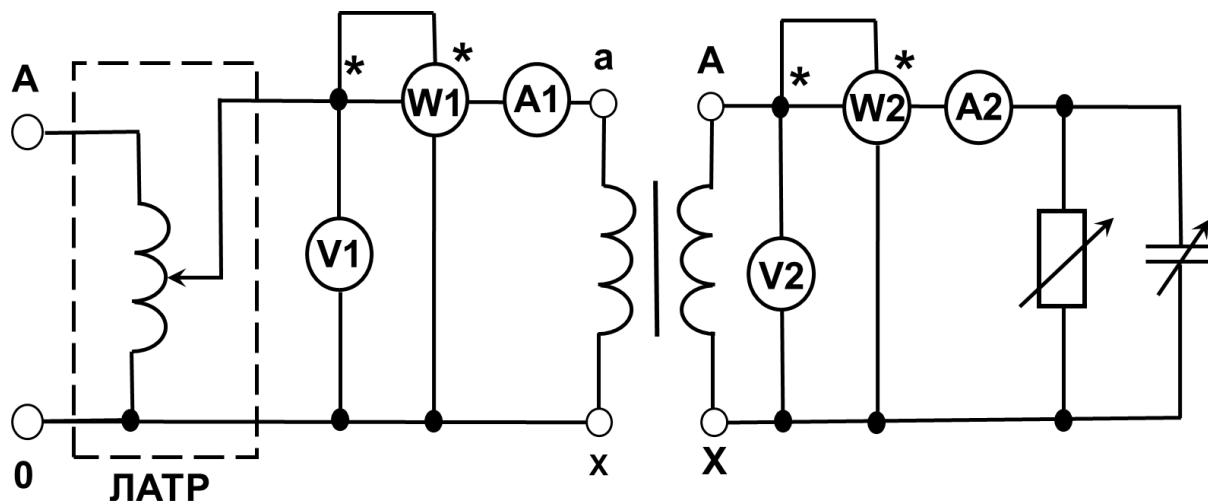


Рисунок 2 – Схема испытания однофазного трансформатора под нагрузкой

Ко входу цепи, показанной на рисунке 2, подключают регулируемый источник питания. Устанавливают входное напряжение таким образом, чтобы напряжение первичной обмотки трансформатора составило $U_1 = 11,5$ В (номинальное значение). В процессе эксперимента напряжение U_1 поддерживают неизменным.

Вначале к выводам вторичной обмотки трансформатора подключают активную нагрузку, представленную лампами накаливания. Показания приборов при разном числе включенных ламп заносят в таблицу по форме таблицы 2. Затем подключают реактивную нагрузку, представленную конденсатором с изменяемой ёмкостью. Показания приборов при разном значении ёмкости конденсатора также заносят в таблицу по форме таблицы 2.

Таблица 2 – Параметры трансформатора в режиме под нагрузкой

	Измерено						Вычислено		
	I_2, A	U_2, B	P_2, BT	I_1, A	U_1, B	P_1, BT	$\cos\varphi_1$	η	$\cos\varphi_2$
R1									
R2									
R3									
C1									
C2									
C3									

По данным таблицы 2 строятся внешние характеристики трансформатора $U_2 = f(I_2)$ при работе на активную и реактивную нагрузку. Пример построения внешних характеристик представлен на рисунке 3.

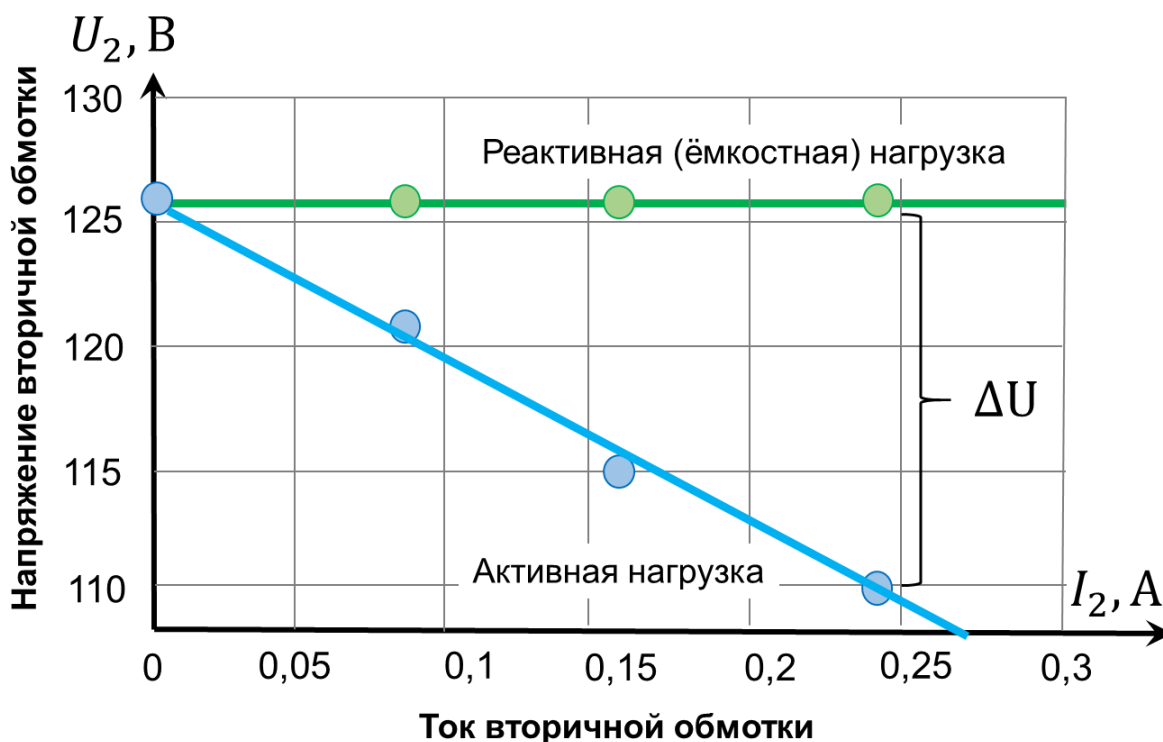


Рисунок 3 – Внешние характеристики однофазного трансформатора при работе на активную и реактивную нагрузку

С помощью вычислений определяется коэффициент полезного действия однофазного трансформатора. График его изменения с ростом нагрузки приведен на рисунке 4.

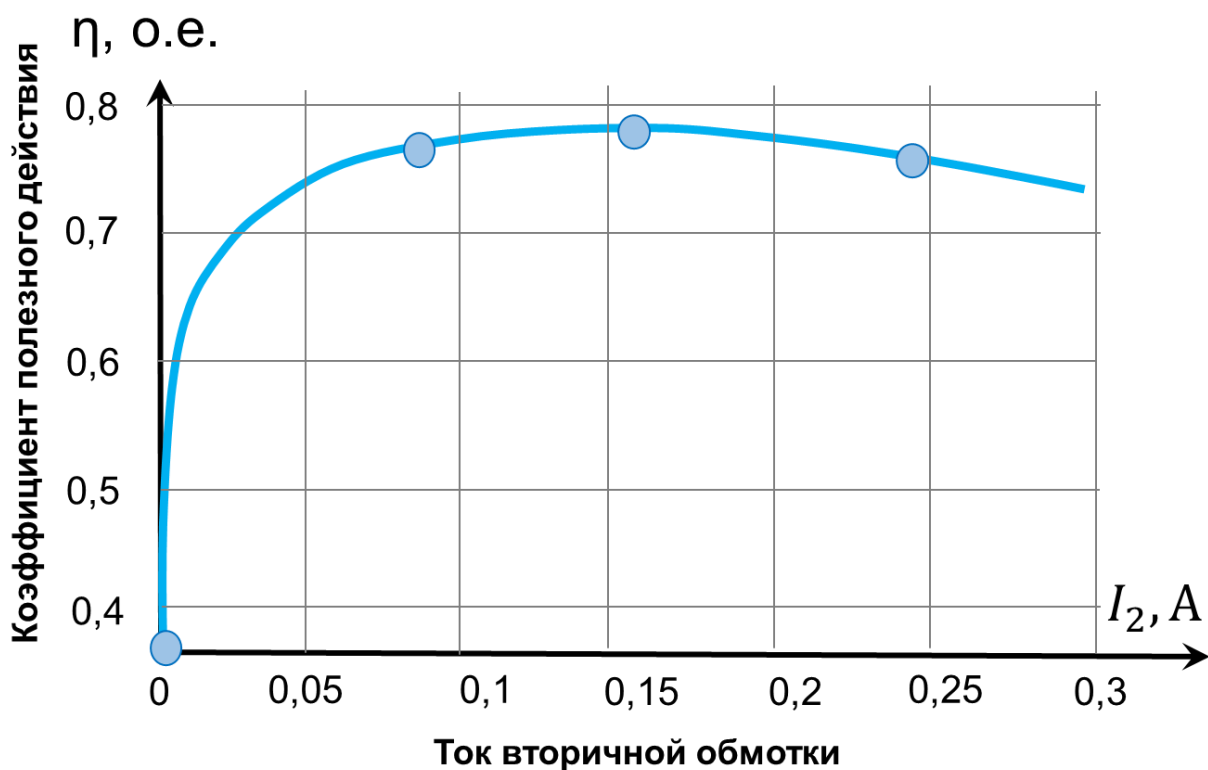


Рисунок 4 – Зависимость КПД однофазного трансформатора от нагрузки

5 Контрольные вопросы

1. Поясните назначение трансформатора.
2. Объясните принцип работы однофазного трансформатора.
3. Как и с какой целью проводится опыт холостого хода трансформатора?
4. Объясните, почему коэффициент трансформации трансформатора определяется из опыта холостого хода.
5. Почему потери мощности в магнитопроводе трансформатора не зависят от тока нагрузки?

6. Как и с какой целью проводится опыт короткого замыкания трансформатора?
7. Почему при опыте короткого замыкания можно пренебречь потерями мощности в магнитопроводе трансформатора?
8. Почему при изменении тока во вторичной обмотке трансформатора изменяется ток и в первичной его обмотке?
9. Какое влияние оказывает характер нагрузки на внешнюю характеристику трансформатора?
10. Почему с возрастанием тока нагрузки энергетические показатели трансформатора вначале возрастают, а затем снижаются?
11. Что произойдет с трансформатором, если включить его на постоянное напряжение?
12. Какие функции выполняет магнитопровод в трансформаторе?
13. Почему магнитопровод выполняют из ферромагнитного материала, а не из алюминия или пластмасс?
14. Почему магнитопровод выполняют из электротехнической стали, а не из обычной конструкционной?
15. Почему высокочастотные трансформаторы могут быть выполнены без магнитопровода?
16. Что произойдет с включенным трансформатором, если у него разомкнуть магнитопровод?
17. Для чего магнитопровод собирают из отдельных изолированных пластин электротехнической стали?
18. Чем определяется величина напряжения на выходе трансформатора?
19. Что нужно изменить в трансформаторе, чтобы его выходное напряжение уменьшилось (или увеличилось) в 2 раза?
20. Как изменятся напряжения, токи и мощности, если при неизменной нагрузке уменьшить число витков вторичной обмотки?
21. Как взаимосвязаны токи первичной и вторичной обмоток?

22. Что произойдет, если при подключении трансформатора перепутать первичную и вторичную обмотки?
23. Что произойдет, если трансформатор, рассчитанный на частоту 50 Гц включить в сеть с частотой 60 Гц, а на частоту 400 Гц – в сеть 50 Гц?
24. Почему трансформатор проектируют так, что у него напряжение вторичной обмотки в режиме ХХ на 5% больше номинального напряжения его нагрузки?
25. Как и почему изменяется напряжение на приёмнике, подключенном к трансформатору, при изменении его мощности (сопротивления)?
26. Почему трансформатор нежелательно держать включенным в сеть в режиме ХХ?
27. Какие потери мощности и где имеют место в трансформаторе и как они зависят от величины нагрузки?
28. Почему в режиме ХХ магнитопровод трансформатора нагревается, а обмотка нет?
29. Почему в опыте КЗ обмотка трансформатора нагревается, а магнитопровод нет?
30. Почему трансформаторы обычно эксплуатируются при коэффициенте нагрузки $\beta = 0,5 - 0,8$?
31. В чем преимущества и недостатки автотрансформаторов в сравнении с трансформаторами?
32. Для чего применяются и в чём отличие измерительных трансформаторов от обычных трансформаторов?

Список использованных источников

1. Касаткин, А.С. Электротехника: учеб. для студентов неэлектротехн. специальностей вузов / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – 11-е изд., стер. – М.: Академия, 2008. – 544 с.
2. Хернер, А. Автомобильная электрика и электроника /А. Хернер, Х-Ю. Риль; перевод с нем. ЧМП РИА «GMM-пресс». – М.: ООО «Издательство «За рулём», 2013. – 624 с.
3. Wyatt, D. Aircraft Electrical and Electronic Systems / D. Wyatt, M. Tooley. – Second Edition – NY, Routledge, 2018. – 439 p.
4. Bell, J.A. Modern Diesel Technology: Electricity & Electronics / J.A. Bell - Second Edition – NY, Delmar, 2014. – 546 p.

Приложение А (рекомендуемое)

Бланк лабораторной работы

Испытание однофазного трансформатора

А.1 Цель работы: _____

А.2 Исследование работы однофазного трансформатора в режиме холостого хода

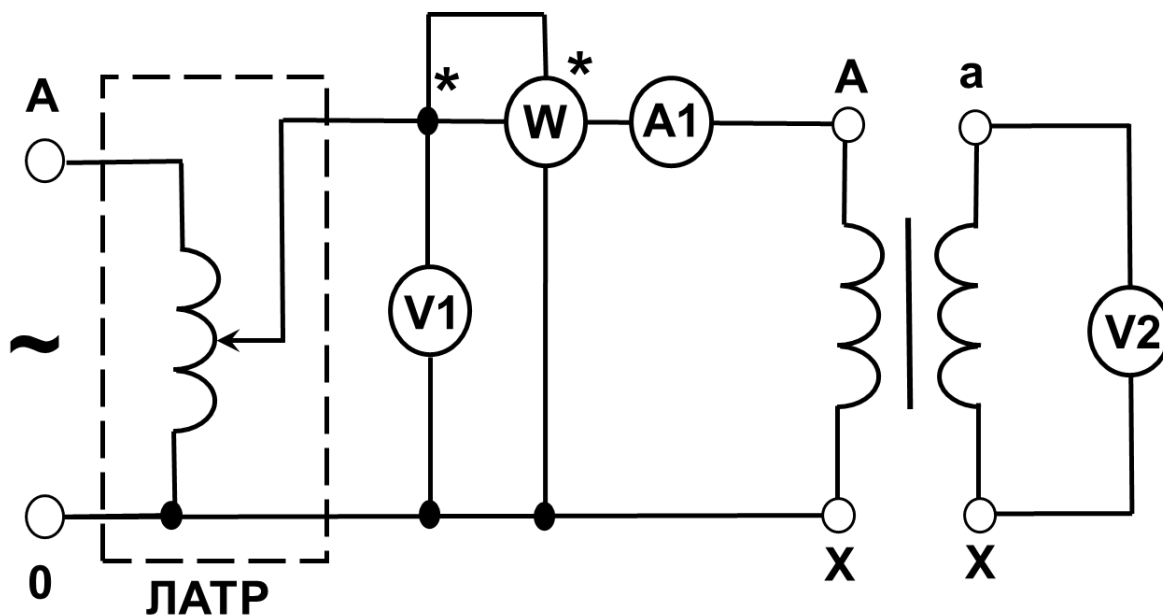


Рисунок А.1 – Схема опыта холостого хода

Таблица А.1 – Параметры трансформатора в режиме холостого хода

Измерено						Вычислено		
I_2, A	U_2, B	$P_2, B\Gamma$	I_1, A	U_1, B	$P_1, B\Gamma$	$\cos\varphi_1$	η	$\cos\varphi_2$

А.3 Исследование работы однофазного трансформатора под нагрузкой

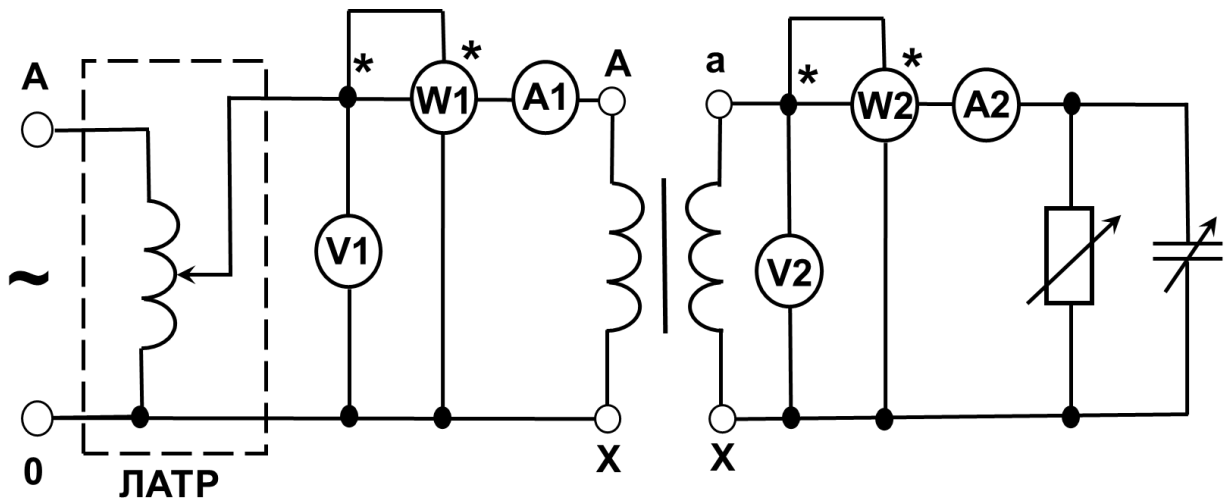


Рисунок А.2 – Схема опыта под нагрузкой

Таблица А.2 – Параметры трансформатора в режиме под нагрузкой

	Измерено						Вычислено		
	I_2, A	U_2, B	$P_2, Вт$	I_1, A	U_1, B	$P_1, Вт$	$\cos\varphi_1$	η	$\cos\varphi_2$
R1									
R2									
R3									
C1									
C2									
C3									

А.4 Построение характеристик однофазного трансформатора

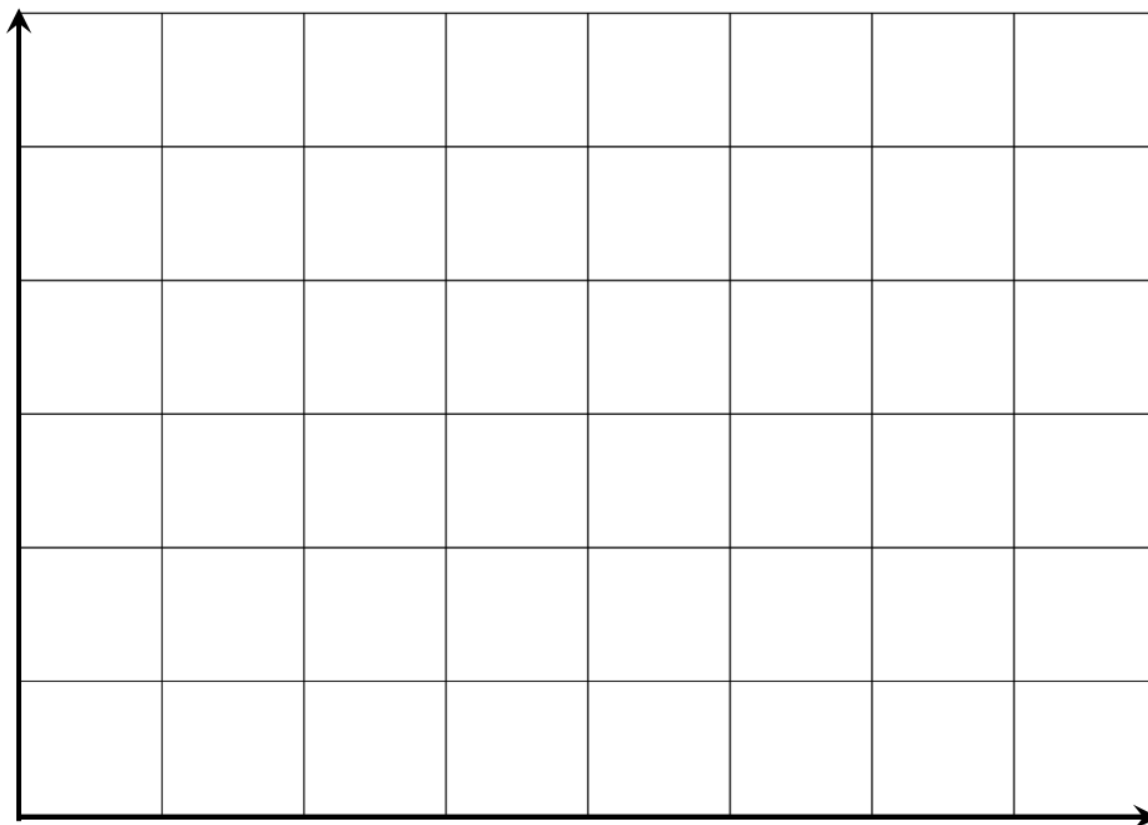


Рисунок А.3 – Внешние характеристики трансформатора

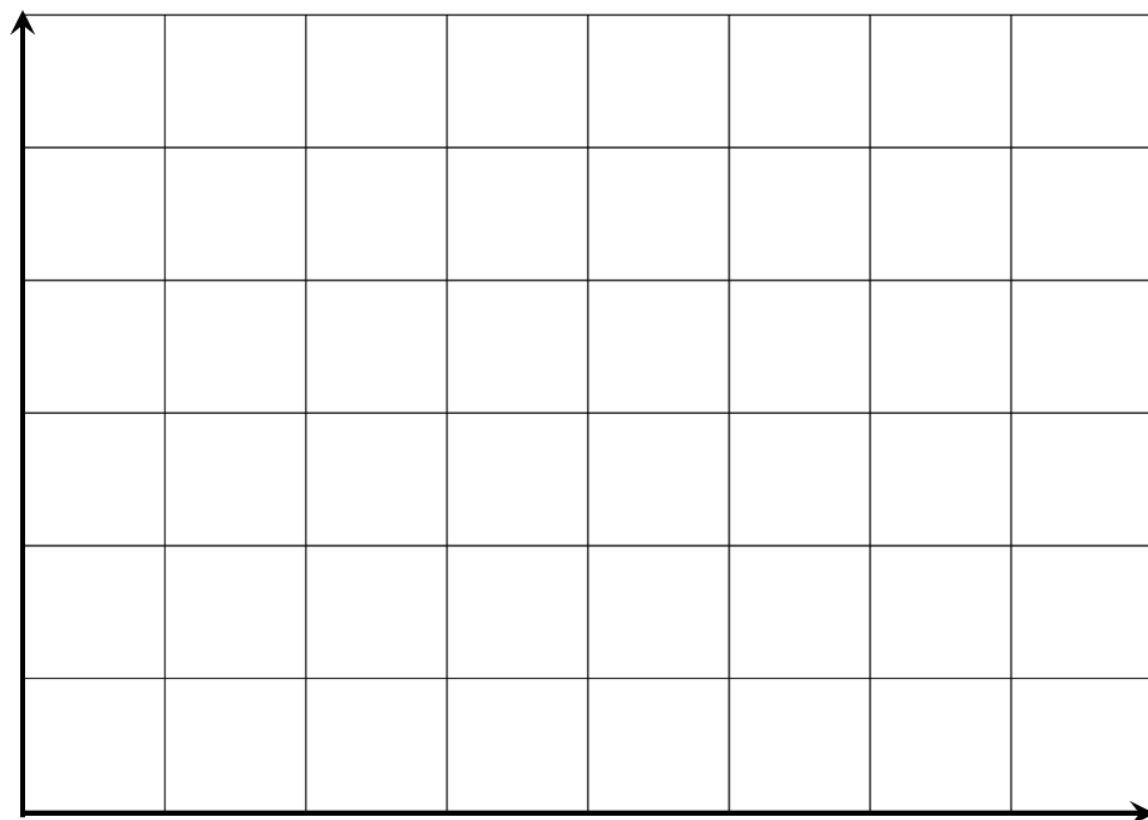


Рисунок А.4 – Изменение К.П.Д. трансформатора

A.5 Выводы и анализ полученных результатов
