

ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА, ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

**Межвузовский сборник
научных трудов
(по материалам
научно-технического семинара
с международным участием)**

УФА 2012

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электротехника и электрооборудование предприятий»

**ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРОПРИВОДА, ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ
И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ**

Межвузовский сборник научных трудов

(по материалам научно-технического семинара с международным участием)

Уфа

Издательство УГНТУ

2012

УДК 621.3: 622

ББК 31.2

И 66

Редакционная коллегия:

В.А. Шабанов (отв. редактор)

С.Г. Конесев (зам. отв. редактора)

М.И. Хакимьянов

А.А. Сердюк

П.А. Хлюпин

Рецензенты:

Декан энергетического факультета БГАУ, доктор технических наук, профессор Р.С. Аипов

Заведующий кафедрой электромеханики УГАТУ, доктор технических наук, профессор Ф.Р. Исмагилов

И 66 Инновационные направления развития электропривода, электротехнологий и электрооборудования: межвузовский сборник научных трудов / редкол.: В.А. Шабанов и др. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2012. – 291 с.

ISBN 978-5-7831-1041-2

Сборник научных трудов подготовлен по материалам научно-технического семинара с международным участием, состоявшимся 18–19 апреля 2012 г в г. Уфе, и содержит научные статьи, охватывающие широкий круг проблем в области частотно-регулируемых электроприводов, диагностики электрооборудования, разработки новых средств релейной защиты и автоматики, автоматизации технологических процессов. Отдельный раздел посвящен материалам комплексного проекта «Разработка и организация серийного производства мощных высоковольтных частотно-регулируемых приводов (ВЧРП)», выполняемого совместно ЧЭАЗ и УГНТУ при финансировании Минобрнауки.

УДК 621.31

ББК 31.2

ISBN 978-5-7831-1041-2

© Уфимский государственный нефтяной
технический университет, 2012

© Коллектив авторов, 2012

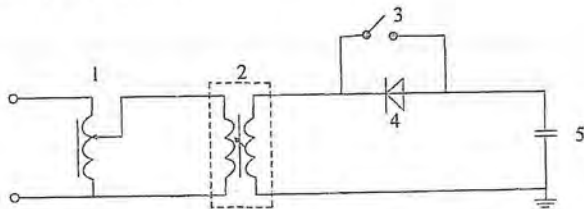
НОВЫЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ РЕЗОНАНСНОЙ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

С.Г. Конесев, А.В. Мухаметшин (АЭ-08),

Р.Т. Хазиева (БАЭ-08), Д.А. Стрижев (МАЭ-10)

(Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа)

При проведении испытаний повышенным напряжением переменного тока объектов с большой емкостью мощность стандартных установок, производимых отечественной промышленностью, недостаточна [1]. Требования нормативных документов к испытательным высоковольтным установкам определяют величину испытательного напряжения промышленной частоте в пределах от 1 до 16 кВ, мощность установки – до 5 кВА. Стремление обеспечить необходимую мощность для проведения испытания высоковольтной изоляции электрооборудования большой емкости повышенным переменным синусоидальным напряжением промышленной частоты привело к созданию испытательных установок высоких переменных напряжений, работающих в резонансном режиме [2]. В установках данного типа (рисунок 1) реализована возможность использования резонансного контура с малым затуханием, образованного емкостью высоковольтной изоляции и индуктивностью рассеяния испытательного трансформатора.

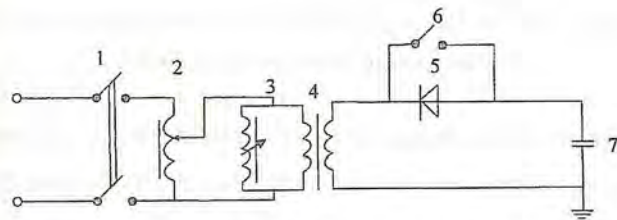


1 - автотрансформатор; 2 - резонансный трансформатор; 3 - кнопка, шунтирующая выпрямитель,
4 - выпрямитель; 5 - емкость испытуемого объекта

Рисунок 1 – Схема резонансной высоковольтной испытательной установки

Одним из важных достоинств установок данного типа является эффект исчезновения резонанса при пробое испытуемого объекта из-за мгновенного изменения параметров цепи. Исчезновение резонанса приводит к снижению испытательного напряжения, и, как следствие, к минимизации повреждений объекта в месте пробоя. Настройка резонанса обеспечивается изменением индуктивности при регулировании величины воздушного зазора в магнитопроводе резонансного трансформатора. Недостатком установок данного типа является сложность изготовления испытательного резонансного трансформатора.

Этот недостаток устранен введением в первичную цепь регулируемого дросселя на стороне низкого напряжения (рисунок 2).



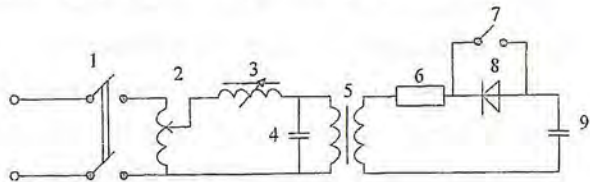
1 - автоматический выключатель; 2 - автотрансформатор; 3 - дроссель;
4 - испытательный резонансный трансформатор; 5 - выпрямитель;
6 - кнопка, шунтирующая выпрямитель; 7 - испытуемый объект

Рисунок 2 – Схема резонансной высоковольтной испытательной установки с регулируемым дросселем на стороне низкого напряжения

В данной схеме становится возможным применение некоронирующей высоковольтной обмотки, поскольку число витков высоковольтной обмотки испытательного трансформатора мало, и она выполняется однослойной. Таким образом, конструкция испытательного трансформатора значительно упрощена [3].

Недостатком установок данного типа является ограниченная область применения, поскольку они работают только с высоковольтной изоляцией электрооборудования большой емкости. Кроме того, они имеют весьма широкий диапазон настройки схемы в резонанс, увеличивающий время настройки.

С целью устранения перечисленных недостатков предложена установка, в первичную цепь которой дополнительно введен конденсатор, подключенный последовательно с регулируемым дросселем (рисунок 3) [4].



1 – автоматический выключатель, 2 – автотрансформатор, 3 – регулируемый дроссель на стороне низкого напряжения, 4 – конденсатор, 5 – повышающий трансформатор, 6 – токоограничивающий резистор, 7 – кнопка, шунтирующая выпрямитель, 8 – выпрямитель, 9 – испытуемый объект (конденсатор)

Рисунок 3 – Схема резонансной высоковольтной испытательной установки, с дополнительно введенным в первичную цепь конденсатором

Для анализа электрических процессов, происходящих в предложенной установке, была создана её компьютерная модель, реализованная в среде MatLab (рисунок 4).

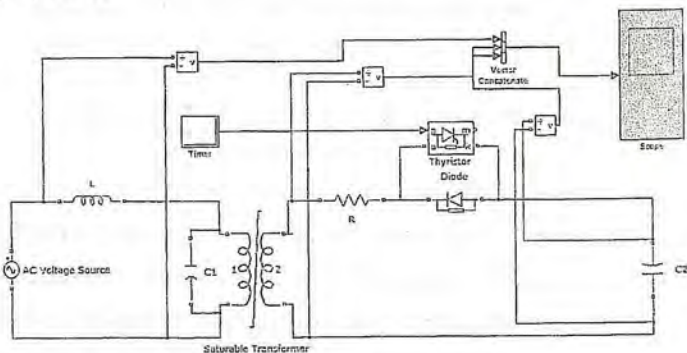


Рисунок 4 – Модель резонансной высоковольтной испытательной установки с дополнительно введенным в первичную цепь конденсатором в программе MatLab

Заданы следующие параметры элементов схемы модели: напряжение источника питания 3 В, частота сети 50 Гц, индуктивность и емкость первичной цепи 425 Гн и 20 мкФ соответственно, активное сопротивление и индуктивность первичной ветви трансформатора 60,9 Ом, 0,957 Гн соответственно, активное сопротивление и индуктивность вторичной ветви трансформатора 5,2 кОм, 3 Гн соответственно, коэффициент трансформации трансформатора 8, сопротивление токоограничивающего резистора 1 кОм, емкость объекта C_2 равна 0,0235 мкФ. По результатам моделирования получены осциллограммы входного напряжения $U_{вх}$, напряжения на первичной обмотке высоковольтного трансформатора (на конденсаторе C_1) $U_{с1}$, напряжения на нагрузке $U_{с2}$, представленные на рисунках 5 и 6.

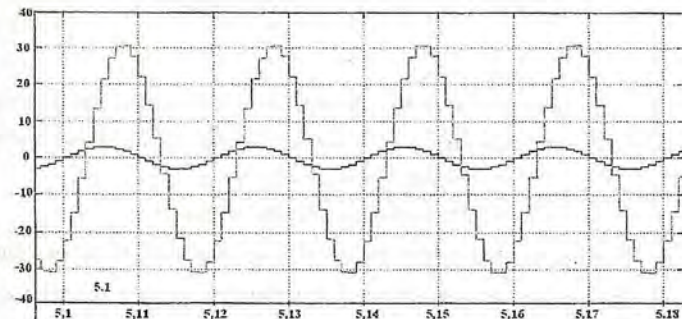


Рисунок 5 – Осциллограммы входного напряжения ($U_{вх}$) и напряжения на первичной обмотке высоковольтного трансформатора ($U_{с1}$)

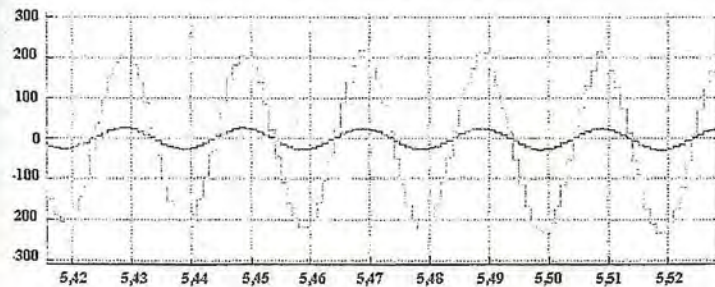
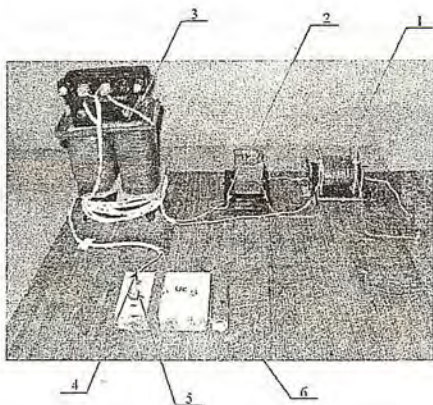


Рисунок 6 – Осциллограммы напряжения на первичной обмотке высоковольтного трансформатора ($U_{с1}$) и напряжения на нагрузке ($U_{с2}$)

Для оценки достоверности результатов компьютерного моделирования создана экспериментальная схема установки с параметрами элементов схемы модели (рисунок 7).



- 1 – регулируемый дроссель на стороне низкого напряжения, 2 - конденсатор,
3 – повышающий трансформатор, 4 –выпрямитель, 5 – автоматический выключатель,
6 –токоограничивающий резистор

Рисунок 7 – Экспериментальная установка

По результатам эксперимента сняты осциллограммы входного напряжения $U_{вх}$, напряжения на первичной обмотке высоковольтного трансформатора (на конденсаторе C_1) U_{c1} , напряжения на нагрузке U_{c2} , представленные на рисунках 8 и 9.

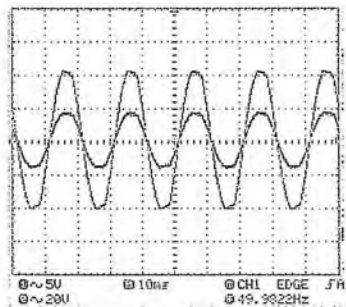


Рисунок 8 – Экспериментальные осциллограммы напряжения на первичной обмотке высоковольтного трансформатора (U_{c1}) и напряжения на нагрузке (U_{c2})

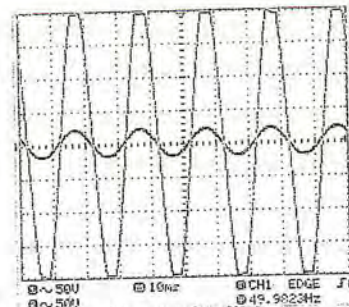


Рисунок 9 – Осциллограммы резонанса напряжения первичной цепи (U_{c1}) и напряжения во вторичной цепи (U_{c2})

Сравнение осциллограмм, полученных в результате компьютерного моделирования и в результате натурального эксперимента, показывает адекватность модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Конесев С.Г., Стрижев Д.А. Особенности проектирования высоковольтных испытательных установок // Межвузовский сборник научных трудов «Повышение надежности и энергоэффективности электротехнических систем и комплексов». - Уфа, УГНТУ, 2010.- С.122-127.
- 2 Техника высоких напряжений: теоретические и практические основы применения: пер. с нем. М.Бейер, В.Бёк, К. Мёллер, В.Цаенгль; под ред. В.П.Ларнонова.- М.: Энергоатомиздат, 1989.- 555 с.
- 3 Пат. 73495 РФ. Устройство для испытания изоляции повышенным напряжением объектов большой емкости. 20.05.2008.
- 4 Пат. 105468 РФ. Устройство для испытания изоляции повышенным напряжением / С.Г. Конесев, Д.А. Стрижев, Р.Т. Хазиева. 10.06.2011.