

IV Внутритехникумовская студенческая научно -
практическая конференция «Студенческая наука»,
посвящённая Году экологии в России

Конкурсная работа
«ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОФАЗНОГО
ТРАНСФОРМАТОРА»

Выполнил:
Студент группы МЭ-21
Новиков Алексей
специальность 13.02.11
Техническая эксплуатация и обслуживание
электрического и электромеханического
оборудования

Научный руководитель:
Мичурин Константин Эдуардович

Сыктывкар 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Принцип действия и устройство однофазного трансформатора.....	4
Трансформатор для сварки своими руками.....	6
Вывод.....	10
Список использованной литературы.....	11

ВВЕДЕНИЕ

Однофазные трансформаторы находят широкое применение в электротехнических установках для различных технологических целей, например, сварки (сварочные трансформаторы), питания электротермических установок (электропечные трансформаторы), в устройствах связи, автоматики и телемеханики, электробытовых приборов, для питания цепей радио- и телевизионной аппаратуры, разделения электрических цепей элементов этих устройств; согласования напряжений и т.п. Трансформаторы, используемые в этих устройствах, обычно имеют малую мощность, невысокое напряжение, работают при частоте 50 Гц или более. Однофазные трансформаторы широко используются на электроподвижном составе (ЭПС) переменного тока в качестве тяговых для понижения напряжения питания 25кВ от контактной сети до уровня, необходимого для работы установленного электрооборудования (тяговых двигателей, двигателей вспомогательных электрических машин и других устройств). Для этого на ЭПС со статическими преобразователями у тяговых трансформаторов имеются ещё несколько вторичных обмоток. Тяговые трансформаторы, в отличие от стационарных трансформаторов, имеют широкий диапазон регулирования выходного напряжения при возможном отклонении напряжения на токоприёмнике от номинального (от +15% до - 25%). Они подвержены воздействию вибрации, атмосферных и коммутационных перенапряжений. Конструкция тяговых трансформаторов ЭПС зависит от способа регулирования напряжения. Регулирование на стороне низшего напряжения применяется на ЭПС отечественного производства (электровозы ВЛ60\ ВЛ80Т, ВЛ80К, ВЛ80С; электропоезда ЭР9П, ЭР9М, ЭР9Е). Регулирование на стороне высшего напряжения осуществляется на электровозах ЧС4, ЧС4Т и ЧС8. Трансформаторы с постоянным коэффициентом трансформации применяются на электровозах двойного питания (ВЛ82, ВЛ82М).

Целью данной работы является изучить устройство, назначение, принцип действия трансформатора, типы трансформаторов.

Принцип действия и устройство однофазного трансформатора

Трансформаторами в электротехнике называют такие электротехнические устройства, в которых электрическая энергия переменного тока от одной неподвижной катушки из проводника передается другой неподвижной же катушке из проводника, не связанной с первой электрически.

Звеном, передающим энергию от одной катушки другой, является магнитный поток, сцепляющийся с обеими катушками и непрерывно меняющийся по величине и по направлению.

На рис. 1а изображен простейший трансформатор, состоящий из двух катушек / и //, расположенных коаксиально одна над другой. К катушке / подводится переменный ток от генератора переменного тока Г. Эта катушка называется первичной катушкой или первичной обмоткой. С катушкой //, называемой вторичной катушкой или вторичной обмоткой, соединяется цепь приемниками электрической энергии.

Принцип действия трансформатора

Действие трансформатора заключается в следующем. При прохождении тока в первичной катушке / ею создается магнитное поле, силовые линии которого пронизывают не только создавшую их катушку, но частично и вторичную катушку //. Примерная картина распределения силовых линий, создаваемых первичной катушкой, изображена на рис. 1б.

Как видно из рисунка, все силовые линии замыкаются вокруг проводников катушки /, но часть их на рис. 1б силовые линии 1, 2, 3, 4 замыкаются также вокруг проводников катушки //. Таким образом катушка // является магнитно связанной с катушкой / при посредстве магнитных силовых линий.

Степень магнитной связи катушек / и //, при коаксиальном расположении их, зависит от расстояния между ними: чем дальше катушки друг от друга, тем меньше магнитная связь между ними, ибо тем меньше силовых линий катушки / сцепляется с катушкой //.

Так как через катушку / проходит, как мы предполагаем, однофазный переменный ток, т. е. ток, меняющийся во времени по какому-то закону, например, по закону синуса, то и магнитное поле, им создаваемое, также будет меняться во времени по тому же закону.

Например, когда ток в катушке / проходит через наибольшее значение, то и магнитный поток, им создаваемый, также проходит через наибольшее значение; когда ток в катушке / проходит через нуль, меняя свое направление, то и магнитный поток проходит через нуль, также меняя свое направление.

В результате изменения тока в катушке / обе катушки / и // пронизываются магнитным потоком, непрерывно меняющим свою величину и свое направление. Согласно основному закону электромагнитной индукции при всяком изменении пронизывающего катушку магнитного потока в катушке индуцируется переменная электродвижущая сила. В нашем случае в катушке / индуцируется электродвижущая сила самоиндукции, а в катушке // индуцируется электродвижущая сила взаимной индукции.

Если концы катушки // соединить с цепью приемников электрической энергии (см. рис. 1а), то в этой цепи появится ток; следовательно, приемники получат электрическую энергию. В то же время к катушке / от генератора направится энергия, почти равная энергии, отдаваемой в цепь катушкой //. Таким образом электрическая энергия от одной катушки будет передаваться в цепь второй катушки, совершенно не связанной с первой катушкой гальванически (металлически). Средством передачи энергии в этом случае является только переменный магнитный поток.

Изображенный на рис. 1а трансформатор весьма несовершенен, ибо между первичной катушкой / и вторичной катушкой // магнитная связь невелика. Магнитная связь двух обмоток, вообще говоря, оценивается отношением магнитного потока, сцепляющегося с обеими обмотками, к потоку, создаваемому одной катушкой.

Из рис. 1б видно, что только часть силовых линий катушки / замыкается вокруг катушки //. Другая часть силовых линий (на рис. 1б — линии 6, 7, 8) замыкается только вокруг катушки /. Эти силовые линии в передаче электрической энергии от первой катушки ко второй совершенно не участвуют, они образуют так называемое поле рассеяния.

Для того чтобы увеличить магнитную связь между первичной и вторичной обмотками и одновременно уменьшить магнитное сопротивление для прохождения магнитного потока, обмотки технических трансформаторов располагают на совершенно замкнутых железных сердечниках.

Первым примером выполнения трансформаторов может служить схематически изображенный на рис. 2 однофазный трансформатор так называемого стержневого типа. У него первичные и вторичные катушки s_1 и s_2 расположены на железных стержнях $a — a$, соединенных с торцов железными же накладками $b — b$, называемыми ярами. Таким образом два стержня a, a и два яра b, b образуют замкнутое железное кольцо, в котором и проходит магнитный поток, сцепляющийся с первичной и вторичной обмотками. Это железное кольцо называется сердечником трансформатора.

Вторым примером выполнения трансформаторов может служить схематически изображенный на рис.3 однофазный трансформатор так называемого броневго типа. У этого трансформатора первичные и вторичные обмотки с, состоящие каждая из ряда плоских катушек, расположены на сердечнике, образуемом двумя стержнями двух железных колец а и б. Кольца а и б, окружая обмотки, покрывают их почти целиком как бы броней, поэтому описываемый трансформатор и называется броневым. Магнитный поток, проходящий внутри обмоток с, разбивается на две равные части, замыкающиеся каждое в своем железном кольце. Применением железных замкнутых магнитных цепей у трансформаторов добиваются значительного снижения потока рассеяния. У таких трансформаторов потоки, сцепляющиеся с первичною и вторичною обмотками, почти равны друг другу.

ТРАНСФОРМАТОР ДЛЯ СВАРКИ СВОИМИ РУКАМИ

Сегодня трудно себе представить возведение и создание различных металлических конструкций без применения сварочных трансформаторов. Высокая надежность соединений конструкций и простота выполнения работ позволила сварочному аппарату прочно занять свое место в арсенале любого строителя. Приобрести такой трансформатор можно в любом строительном магазине. Но не всегда заводская модель может соответствовать определенным запросам и требованиям. Поэтому многие стараются сделать трансформатор для сварки самостоятельно. Изготовление самодельного сварочного трансформатора проходит в несколько этапов, начиная с расчетов и заканчивая монтажом.

Для понимания всего процесса изготовления трансформатора для сварки своими руками необходимо разобраться в принципе его работы, который заключается в преобразовании напряжения 220 Вольт в более низкое напряжение до 80 Вольт. При этом сила тока возрастает с 1,5 Ампер до 160 – 200 Ампер, а в промышленных до 1000 Ампер. Эта зависимость для сварочного трансформатора еще называется понижающей вольтамперной характеристикой и является одной из основополагающих характеристик аппарата. Именно на основании этой зависимости построена вся конструкция сварочного трансформатора и выполняются все необходимые расчеты, а также созданы различные модели сварочных аппаратов.

Трансформатор для дуговой сварки

Наибольшего распространения среди народных умельцев получили трансформаторы дуговой сварки. Причин такой популярности несколько. Во-первых, простая и надежная конструкция аппарата. Во-вторых, широкий диапазон применения. В-третьих, простота и мобильность. Но кроме описанных выше преимуществ, ручная дуговая сварка имеет ряд недостатков, среди которых основными являются низкий КПД и зависимость качества сварочного шва от навыка сварщика. Ручная дуговая сварка чаще всего широко применяется для различных ремонтно-строительных работ, изготовления металлических конструкций и частей конструкций, сварки труб. С помощью дуговой сварки возможна как резка, так и сварка металла различной толщины. Конструкция таких трансформаторов довольно проста. Аппарат состоит из самого трансформатора, регулятора силы тока, держателя для электродов и зажима массы. Отдельно стоит выделить центральный элемент – трансформатор. Его конструкция может быть нескольких видов, но наиболее популярными являются самодельные сварочные трансформаторы с тороидальным и П-образным магнитопроводом. Вокруг магнитопровода расположены две обмотки медного или алюминиевого провода – первичная и вторичная. В зависимости от рабочих характеристик изменяется толщина провода на обмотках, а также количество витков.

Трансформатор для точечной сварки

Этот вид сварки еще называют контактной, и сварочные трансформаторы контактной сварки несколько отличается от аппаратов дуговой сварки. Ключевое отличие заключается в способе сварки. Так если при дуговой сварке плавление происходит при помощи электрической дуги, возникающей между электродом и свариваемой поверхностью, то в контактной сварке выполняется точечный нагрев места сварки электричеством при помощи двух заточенных медных электродов и воздействием высокого давления для соединения. В результате металл заготовок в точке воздействия расплавляется и сливается. Точечная сварка нашла широкое применение в автомобильной промышленности, в строительстве при создании каркаса из арматуры для ЖБ конструкций, сварки тонких листов из алюминия, нержавеющей стали, меди и прочих металлов, требующих специальных условий для сварки. Конструкция трансформаторов для точечной сварки также имеет определенные отличия. Во-первых, это касается отсутствия наплавляемых электродов. Вместо этого используются заостренные медные контакты, между которыми располагаются свариваемые элементы. Во-вторых,

трансформаторы в таких аппаратах менее мощные и выполнены с П-образным сердечником. В-третьих, контактные сварочные аппараты имеют в своей конструкции набор конденсаторов, что для дуговой сварки совсем необязательно. Но в независимости от того, планируете Вы делать трансформатор дуговой сварки или контактной, необходимо знать их рабочие характеристики. И понимать, за что отвечает каждая из них и как можно изменить ту или иную характеристику.

Напряжение сети и количество фаз

Эта характеристика указывает на напряжение сети, от которой будет запитан сварочный трансформатор. Чаще всего самодельные сварочные трансформаторы рассчитаны на напряжение в 220 В, но иногда это может быть и 380 В. При выполнении расчетов и создании схемы этот параметр является одним из основных.

Номинальный сварочный ток трансформатора

Эта характеристика является основной для любого сварочного трансформатора. От величины номинального сварочного тока зависит возможность сварки и резки металлической заготовки. В самодельных и бытовых сварочных трансформаторах значение номинального тока не превышает 200 А. Но этого более чем достаточно, тем более что чем выше этот показатель, тем выше вес самого трансформатора. К примеру, в промышленных сварочных трансформаторах сварочный ток может достигать 1000 А, а вес у таких аппаратов будет более 300 кг.

Пределы регулирования сварочного тока

При сварке металла различной толщины необходима определенная сила тока иначе металл не расплавится. Для этого в конструкции сварочных трансформаторов предусмотрен регулятор. Чаще всего пределы регулировки устанавливаются исходя из потребности использования электродов определенного диаметра. Для самодельных сварочных аппаратов дуговой сварки пределы регулировки колеблются от 50 А до 200 А. Для сварочных трансформаторов контактной сварки пределы регулирования начинаются от 800 А до 1000 А и более.

Диаметр электрода

Чтобы сварить металл различной толщины, используя один и тот же аппарат дуговой сварки, приходится регулировать номинальный сварочный ток, а также использовать электроды различного диаметра. Необходимо четко понимать, что для сварки тонкими электродами требуется низкая сила

тока, а для более толстых – наоборот, большая. Тоже самое касается и толщины металла. В приведенной ниже таблице указаны сводные данные по диаметрам используемых электродов в зависимости от толщины металла и силы тока трансформатора. Как мы уже знаем, сварочный трансформатор работает на понижение входящего напряжения до более низкого значения. Напряжения на выходе называется номинальным и не превышает 80 Вольт. Для сварочных трансформаторов дуговой сварки диапазон номинального напряжения находится в пределах 30 – 70 Вольт. Причем эта характеристика не регулируется и задается изначально. Трансформаторы для точечной сварки, в отличие от дуговых, имеют еще более низкое номинальное напряжение порядка 1,5 – 2 Вольта. Такие показатели вполне закономерны, учитывая связь между напряжением и силой тока. Чем выше должна быть сила тока, тем меньше напряжение.

Номинальный режим работы

Эта рабочая характеристика является одной из ключевых. Номинальный режим работы указывает на то, сколько времени можно работать непрерывно и сколько необходимо давать ему остыть. У самодельных сварочных трансформаторов номинальный режим находится в пределах 30 %. То есть из 10 минут 3 можно варить непрерывно и 7 минут оставлять на отдых.

Мощность потребляемая и выходная

По сути эти два показателя мало на что влияют. Но зная оба этих показателя, можно рассчитать КПД сварочного трансформатора. Чем меньше разница между потребляемой и выходной мощностью, тем лучше. Необходимо отметить, что при выполнении расчетов значение потребляемой мощности необходимо знать и учитывать.

Напряжение холостого хода

Этот показатель важен для дуговых сварочных трансформаторов. Он отвечает за появление дуги. Чем выше этот показатель, тем легче можно вызвать сварочную дугу. Но напряжение холостого хода ограничено правилами безопасности и не должно превышать 80 Вольт.

Схема сварочного трансформатора

Создавая трансформатор для сварки своими руками, не обойтись без его принципиальной схемы. По сути особых сложностей в этом нет, тем более что устройство самого трансформатора довольно простое. На приведенной ниже схеме изображен самый простой дуговой сварочный трансформатор.

В отличие от описанных выше, схема трансформатора для точечной сварки более сложная и может включать в себя конденсаторы, тиристоры и диоды. Такое наполнение позволяет более тонко регулировать силу тока, а также время контактной сварки. Примерную схему трансформатора для контактной сварки можно увидеть ниже.

Расчет трансформатора для сварки:

Как уже было описано, трансформатор состоит из сердечника и двух обмоток. Именно эти элементы конструкции отвечают за основные рабочие характеристики трансформатора для сварки. Зная заранее, какими должны быть номинальная сила тока, напряжение на первичной и вторичной обмотках, а также другие параметры, выполняется расчет для обмоток, сердечника и сечения провода.

При выполнении расчетов трансформатора для сварки за основу берутся следующие данные:

- напряжение первичной обмотки U_1 . По сути, это напряжение сети, от которой будет работать трансформатор. Может быть 220 В или 380 В;
- номинальное напряжение вторичной обмотки U_2 . Напряжение электричества, которое должно быть после понижения входящего и не превышающее 80 В. Требуется для возбуждения дуги;
- номинальная сила тока вторичной обмотки I . Этот параметр выбирается из расчета, какими электродами будет вестись сварка и какой максимальной толщины металл можно будет сварить;
- площадь сечения сердечника S_c . От площади сердечника зависит надежность работы аппарата. Оптимальной считается площадь сечения от 45 до 55 см²;
- площадь окна S_o . Площадь окна сердечника выбирается из расчета хорошего магнитного рассеяния, отвода избытка тепла и удобства намотки провода. Оптимальными считаются параметры от 80 до 110 см²;
- плотность тока в обмотке (А/мм²). Это довольно важный параметр, отвечающий за электропотери в обмотках трансформатора. Для самодельных сварочных трансформаторов этот показатель составляет 2,5 – 3 А.

В качестве примера расчетов возьмем следующие параметры для сварочного трансформатора: напряжение сети $U_1=220$ В, напряжение вторичной обмотки $U_2=60$ В, номинальная сила тока 180 А, площадь сечения сердечника $S_c=45$ см², площадь окна $S_o=100$ см², плотность тока в обмотке 3 А.

Вывод:

Сегодня мы не представляем нашу жизнь без электричества. Оно вошло в наш быт, и мы даже не замечаем его, не задумываемся, что для обеспечения нашего комфорта необходима слаженная работа огромного количества электрооборудования. Одну из центральных ролей среди огромного количества электрических приборов играют трансформаторы.

Трансформатор - важнейший элемент многих электрических механизмов и приборов. Детские игрушки, такие как железные дороги, телевизоры, радиоприемники, зарядные устройства – везде незаметно и бесшумно трудятся трансформаторы. Основная их функция - повышать или понижать напряжение. Среди них можно встретить и совсем крошечных, меньше горошины, и гигантов, более 500 тонн.

Список использованной литературы:

Ссылки -

- <http://electricalschool.info/main/457-princip-dejstvija-i-ustrojstvo.html>
- http://muravej.com/index.php?catid=34:book-bruskin&id=165:s-21-&Itemid=55&option=com_content&view=article