

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 2174

(13) U

(46) 2005.09.30

(51)⁷ H 01F 27/20

(54)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ТРАНСФОРМАТОРНОЙ ПОДСТАНЦИИ

(21) Номер заявки: u 20050122

(22) 2005.03.10

(71) Заявитель: Белорусский националь-
ный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Хартанович Николай Георгие-
вич; Жидович Иван Станиславович;
Сорокин Владимир Николаевич; Ка-
щеев Владимир Петрович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский нацио-
нальный технический университет (ВУ)

(57)

Технологическая линия утилизации тепла трансформаторной подстанции, содержащая технологически связанные между собой силовой трансформатор с замкнутой принудительной системой масляного охлаждения, теплонасосную установку с теплообменниками, средства интенсификации теплообмена и потребителей теплоты, отличающаяся тем, что теплонасосная установка снабжена средствами регулирования температуры конденсации и кипения рабочего тела, выполненными в виде регулятора давления рабочего тела, при этом в испарительную зону теплонасосной установки последовательно включен насос замкнутой системы принудительного масляного охлаждения трансформатора, а в конденсатную зону включен насос подогреваемого теплоносителя для потребителей теплоты, преимущественно воды.

(56)

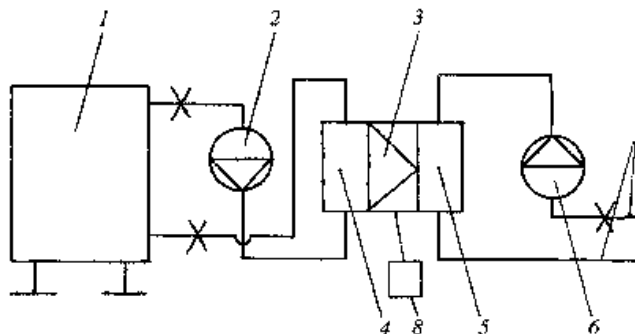
1. А.с. СССР 1621088, МПК H 01F 27/08, 1988. Устройство автоматического управления дутьевыми охладителями силовых трансформаторов.

2. А.с. СССР 1746412, МПК H 01F 27/08, 1990. Устройство для диагностики состояния теплообменников трансформаторов.

3. А.с. СССР 1367054, МПК H 01F 27/22, 1985. Система для использования тепла трансформатора.

4. А.с. СССР 1688292, МПК H 01F 27/22, 1989. Система использования тепла трансформатора.

5. EP 985218, МПК A1 H 01F 27/22, 1998. Способ и устройство использования тепла воздухоохлаждаемых трансформаторов.



ВУ 2174 U 2005.09.30

Полезная модель относится к электроэнергетике, к улучшению работы электротехнических устройств, выделяющих при работе теплоту, к повышению их надежности и долговечности, к эффективности их использования, в частности к полезному использованию тепла, выделяющегося при работе силовых трансформаторов, электродвигателей и других электротехнических устройств.

При работе силовых трансформаторов выделяется значительное количество теплоты, поскольку их к.п.д. составляет около 98 %. Для отвода этой теплоты применяют различные разомкнутые и замкнутые системы.

Известны технологические линии для охлаждения силовых трансформаторов, использующие в качестве охлаждающего агента атмосферный воздух [1, 2].

В данных устройствах непрерывные суточные, сезонные и годовые изменения теплофизических и газодинамических свойств атмосферного воздуха снижаются за счет применения автоматических систем управления дутьевыми средствами и установкой устройств диагностики состояния теплообменников трансформаторов. Увеличение числа систем снижает надежность трансформаторной установки.

Известны также двухконтурные технологические линии для охлаждения силовых трансформаторов, использующие в первом контуре трансформаторное масло, прокачиваемое через трансформаторы и непосредственно снимающее их тепло, а во втором в качестве охлаждающего агента использующие атмосферный воздух, отбирающий тепло от масла [3, 4].

В этих устройствах колебания теплофизических и газодинамических свойств атмосферного воздуха снижаются за счет установки между системой масляного охлаждения трансформатора и атмосферным воздухом, отбирающим тепло от масла, множества тепловых труб. Существенное усложнение общей системы охлаждения снижает надежность трансформаторной установки.

Известна также технологическая линия утилизации тепла силовых трансформаторов, использующая в качестве охлаждающего агента атмосферный воздух [5]. Эта линия принята в качестве прототипа полезной модели.

Технологическая линия утилизации тепла трансформаторной подстанции содержит технологически связанные между собой силовой трансформатор с принудительной системой масляного охлаждения (1-ый контур охлаждения), воздушный контур (2-ой контур охлаждения), отбирающий тепло от масла, теплонасосную установку с теплообменником (3-ий контур), средства интенсификации теплообмена и потребителей теплоты.

В данной линии колебания теплофизических и газодинамических свойств атмосферного воздуха снижают за счет установки:

кожуха, окружающего радиаторные группы трансформатора, с регулятором подачи охлаждающего атмосферного воздуха;

теплонасосной установки;

шахты для подачи подогретого воздуха к теплонасосной установке.

Это снижает надежность трансформаторной установки из-за усложнения общей системы охлаждения и принудительного повышения температуры масла в системе охлаждения трансформатора. Избыточное тепло снимается атмосферным воздухом, обтекающим радиаторную группу.

Минимизация габаритных размеров теплообменной системы достигается за счет применения воздушных вентиляторов, увеличивающих скорость обтекания деталей радиаторной группы.

Недостатком известной линии является низкая надежность силовых трансформаторов из-за разрушения отдельных деталей трансформатора под воздействием термических усталостных напряжений, вызванных охлаждающим атмосферным воздухом. Атмосферный воздух непрерывно изменяет свои теплофизические (температуру, плотность, теплоемкость, теплопроводность) и газодинамические (скорость, влажность, запыленность, уро-

вень турбулентных пульсаций) свойства. Особенно существенна разница этих свойств в течение года (лето-зима).

В соответствии с изменениями теплофизических и газодинамических свойств воздуха изменяется уровень теплоотдачи к нему от масляного теплообменника. Пульсации интенсивности теплоотдачи приводят к изменению температуры масла. Изменение температуры масла вызывает изменение температуры деталей трансформатора и, соответственно, их линейных размеров. При этом материал деталей испытывает сильные знакопеременные напряжения, связанные с тем, что материал стенок не может прогреваться или остывать по всему объему мгновенно. Прогрев или охлаждение осуществляются за счет движения волн градиентов температур. Эти движущиеся волны температурных полей создают переменные термические напряжения. Конструкционные материалы не могут длительное время выдерживать переменные нагрузки. Дефекты кристаллических структур начинают увеличиваться в размерах. Возникают микротрещины, которые далее растут и приводят к разрушению металла. Явление получило название термического усталостного разрушения.

Существует множество способов увеличения срока службы трансформаторов.

Все способы связаны с установкой дополнительных достаточно сложных систем:

повышающих надежность охлаждающей системы трансформатора;

автоматического управления дутьевыми средствами;

установки промежуточных теплообменников, например, из множества тепловых труб или с использованием тепловых насосов.

Но ни одно из известных решений не решает задачу кардинально:

во-первых, охлаждающим агентом во всех случаях остается атмосферный воздух с его нестабильными теплофизическими и газодинамическими свойствами в течение календарного года;

во-вторых, в соответствии с данными теории надежности, "надежность установок, включающих несколько систем, обратно пропорциональна квадрату числа этих систем".

То есть, решая задачу увеличения долговечности или надежности трансформатора, ухудшают его эксплуатационные характеристики (больше остановок на ремонт) и увеличивают стоимость оборудования. Необходимо отказаться от охлаждения трансформаторов атмосферным воздухом.

Задачей полезной модели является повышение надежности системы охлаждения силовых трансформаторов.

Поставленная задача достигается тем, что в технологической линии утилизации тепла трансформаторной подстанции, содержащей технологически связанные между собой силовой трансформатор с замкнутой принудительной системой масляного охлаждения, теплонасосную установку с теплообменником, средства интенсификации теплообмена и потребителей теплоты, согласно полезной модели, теплонасосная установка снабжена средством регулирования температуры конденсации и кипения рабочего тела, выполненного в виде регулятора давления рабочего тела, при этом в испарительную зону теплонасосной установки последовательно включен насос системы масляного охлаждения трансформатора, а в конденсатную зону включен насос подогреваемого теплоносителя для потребителей теплоты, преимущественно воды.

Полезная модель поясняется чертежом, где представлена схема технологической линии утилизации тепла трансформаторной подстанции.

Технологическая линия утилизации тепла трансформаторной подстанции содержит технологически связанные между собой силовой трансформатор 1, замкнутую принудительную систему 2 масляного охлаждения, комбинированную теплонасосную установку 3 с теплообменником. В свою очередь, теплонасосная установка 3 включает испарительную зону 4, конденсатную зону 5, насос 6 подогреваемого теплоносителя, тепловую сеть 7 с потребителями теплоты.

BY 2174 U 2005.09.30

Теплонасосная установка 3 снабжена средством регулирования температуры конденсации и кипения рабочего тела, выполненного в виде регулятора 8 давления рабочего тела, при этом в испарительную зону 4 теплонасосной установки 3 последовательно включен насос замкнутой принудительной системы 2 масляного охлаждения трансформатора 1, а в конденсатную зону 5 включен насос 6 подогреваемого теплоносителя тепловой сети 7, преимущественно воды. Для регулирования температуры конденсации и кипения рабочего тела теплонасосной установки 3 предназначен регулятор давления 8.

Полезная модель - технологическая линия утилизации тепла силовых трансформаторов - работает так. Через силовой трансформатор 1 прокачивается теплоноситель - масло, которое снимает выделяющееся там тепло и передает его в испарительную зону 4 теплонасосной установки 3. Там рабочее тело теплонасосной установки 3 кипит, тратя на теплоту фазового перехода теплоту масла. Далее пар рабочего тела сжимается компрессором, при этом возрастают его параметры - давление и температура. В конденсатной зоне 5 теплонасосной установки 3 пар рабочего тела конденсируется, отдавая теплоту фазового перехода теплоносителю - воде тепловой сети 7, которая прокачивается насосом 6.

Для решения задачи полезной модели для охлаждения силового трансформатора 1 применяют комбинированную теплонасосную установку 3 с регулятором давления 8, испарительная зона 4 которой непосредственно снимает тепло с охлаждающего масла, причем в испарительную зону 4 теплонасосной установки 3 последовательно включен насос замкнутой принудительной системы 2 масляного охлаждения трансформатора 1, а в конденсатную зону 5 - насос 6 подогреваемой воды. Конденсатная зона 5 данной системы передает теплоту, например, тепловой сети 7 или другому потребителю. Поскольку температура кипения и конденсации любой жидкости при постоянном давлении постоянна, то никаких пульсаций температуры охлаждающего масла не будет.

Физическая сущность заявленной технологической линии основана на том, температура кипения и конденсации рабочего тела строго зависит от его давления. Меняя давление рабочего тела средством регулирования температуры конденсации и кипения рабочего тела, выполненным в виде регулятора 8 давления рабочего тела, можно регулировать по заданному закону температуру кипения и конденсации рабочего тела.

Техническая задача полезной модели - устранение явления термического усталостного разрушения - выполнена. Обеспечивается повышение надежности и долговечности трансформатора.

Промышленная апробация заявленного объекта планируется в системе Белглавэнерго.