

ТҮЙІН

Бұл мақалада жеке аймақтардың статистикалық мағлұматтар негізінде, Қазақстан Республикасындағы экономиканың секторлары салдарынан жұмысшылардың жарақаттануларының себептері қарастырылған және де жұмыс орнына жаңа еңбек шартының сапасын жақсарту, бағалау түрлері де ұсынылған.

RESUME

In this paper, based on analysis of statistical data both in individual regions and by sectors of economy the Republic of Kazakhstan as a whole reveals the causes and economic consequences of the injuries workers, a well as a new approach to the assessment of working conditions at the workplace.

УДК 621.312.21.

Ж. Т. Шокпарова , магистрант

Ф. М. Камалиев, кандидат технических наук, доцент

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г.Уральск, РК

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТРУКТУРНОЙ МОДЕЛИ ТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ДИАГНОСТИКИ

Аннотация

В настоящей статье рассмотрена функциональная модель силового трансформатора, которая позволяет сформулировать главные, второстепенные, внутренние, основные функции и их роли в обеспечении работоспособности трансформатора.

Ключевые слова: *качество, ФСМ, уровень, выхлопная труба, релейная защита, резервирование, стрелочный маслоуказатель, интерфейс, компьютерные базы, временное резервирование, исходная система, вводы, отводы, модель.*

При усложнении технических задач, включающих вопросы диагностирования, все в большей мере необходимо учитывать функционально-структурную организацию системы, т.е. наряду с автономным структурным и функциональным описаниями трансформатора требуется использовать совмещенную функционально-структурную модель (ФСМ).

Модель такого рода позволяет:

- выявить вредные или опасные функции в изделии;
- выявить функциональность (полезность) элементов;
- оценить качество исполнения функций;
- оценить уровень функционально-структурной организации СТ.

Построение ФСМ осуществляется путем наложения функциональной модели на структурную. Чаще всего ФСМ дается в матричной форме, где по строкам матрицы представляются материальные элементы изделия, а по столбцам – функции элементов.

Названия функций:

F1 – защита трансформатора при утечке масла из бака;

F 2 – защита трансформатора при деструкции изолирующих материалов (масла, бумаги, дерева) под воздействием повышенной температуры;

F 3 – защита трансформатора при замыкании параллельных проводов и витков в обмотках;

F 4 – защита трансформатора при некачественном соединении отводов (пайка, крепление болтами);

F 5 – защита трансформатора при пробое изоляции;

F 6 – защита трансформатора при неисправности в магнитной системе;

F 7 – защищает трансформатор в остове;

F 8 – защита трансформатора при перегрузках;

F 9 – сигнализация о повышении температуры масла выше допустимой [1].

Знак «+» показывает, какие положительные функции выполняет тот или иной элемент трансформатора.

ФСМ позволяет выявить уровень резервирования СТ. Резервирование – применение дополнительных средств или возможностей с целью сохранения работоспособного состояния объекта при отказе одного или нескольких его элементов. Применительно к трансформатору можно выделить следующие виды резервирования: функциональное, временное и структурное [2]

Функциональное резервирование – это резервирование с применением функциональных резервов. Например, многие элементы трансформатора, хотя и имеют различные варианты конструктивного исполнения, выполняют одни и те же функции. Согласно таблице 1 защита трансформатора при КЗ токоведущих частей в баке осуществляется как газовым реле, так и релейной защитой.

Таблица 1 – Элементы трансформатора

№	Элементы трансформатора	Функции								
		F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8	F 9
1	Газовое реле	+	+	+	+	+	+	+	+	
2	Выхлопная труба		+	+	+	+	+			
3	Манометрический термометр		+		+		+		+	+
4	Стрелочный маслоуказатель	+						+		
5	Релейная защита			+					+	

Временное резервирование – это резервирование с применением резервов времени. Оно осуществляется с учетом времени развития физических процессов в трансформаторе. Например, допускается кратковременная перегрузка, при которой трансформатор может оставаться в работе.

Структурное резервирование – это резервирование с применением резервных элементов структуры объекта. Например, применение нескольких двигателей обдува.

Рассмотренные выше модели помогают сформировать системный подход к проблеме диагностирования трансформатора. Наиболее приемлемым, на наш взгляд, является вариант описания трансформатора как объекта диагностирования в виде структурно-функциональной модели, которая объединяла бы в себе строгую иерархию, а также наглядность структурной модели и информативность свойств и связей функциональной модели [3].

Структурно-функциональную модель представим множеством таблиц 2, взаимосвязанных друг с другом согласно структурной схеме. Связь таблиц происходит по полю «Номер компонента исходной системы». В таблицах отражены:

- «наименование компонента исходной системы», где представлены компоненты уровней декомпозиции;

- «значение функции», где знаком «+» отмечены полезные функции, а знаком «-» вредные функции;

- «функциональные показатели», где отражены функции компонентов исходной системы.

Разработанная модель используется для системного выявления мест, причин, путей развития дефектов в трансформаторе на основе привлечения как можно большего объема доступных данных о его конструктивном исполнении и функциях, выполняемых каждым элементом, узлом и т.д. [4]

Таблица 2 – Трансформатор

№	Наименование компонента исходной системы	Значение функции	Функциональные показатели	Номер компонента исходной системы
1	Магнитная система	+ + + + + +	1. Является несущей конструкцией. 2. Локализует в себе основное магнитное поле трансформатора. 3. Усиливает магнитное поле, созданное первичной обмоткой. 4. Уменьшает магнитное поле рассеяния. 5. Создает потоки рассеяния, которые вызывают циркулирующие токи. 6. Индуктивно связывает между собой две (или несколько) обмоток.	1.1
2	Система обмоток	+ +	1. Суммирует наведенные в витках ЭДС для получения ВН, СН, НН трансформатора. 2. Создает электрическое поле, которое наводит определенный потенциал в металлических частях трансформатора и приводят к пробоям промежутков и возникновению электрических разрядов. 3. Проходящий ток нагревает обмотки.	1.2
3	Отводы	+	1. Соединяют обмотки с вводами, переключателями устройствами и другими токоведущими частями.	1.3
4	Вводы	+	1. Выводят концы обмоток из трансформатора и подключают их к сети.	1.4
5	Бак	+ +	1. Служит для установки в нем активной части. 2. Служит для заливки масла	1.5
6	Система охлаждения	+	1. Отводит теплоту от горячих поверхностей трансформатора.	1.6
7	Контрольно-измерительные приборы	+	1. Контролируют состояние оборудования.	1.7
8	Масло	+ + + +	1. Отводит теплоту от горячих поверхностей трансформатора. 2. Изолирует активную часть от атмосферы. 3. Показатель состояния активной части 4. Является проводником влаги.	1.8
9	Система защиты масла	+	1. Защита масла от соприкосновения с воздухом.	1.9
10	Защитные устройства	+	1. Защита и сигнализация при угрозе аварии.	1.10
11	Переключающее устройство	+ +	1. Регулирует напряжение трансформатора. 2. Переключает регулировочные ответвления обмоток трансформатора.	1.11

Для формализации процесса формирования структурно-функциональной модели разработан соответствующий интерфейс, позволяющий заносить структурированную информацию в привычной для пользователя форме (рисунки 1, 2).

Паспорт трансформатора

Подстанция: Центральная ГПП-500
 Диспетчерское наименование: 6Т (пример)
 Присоединение: 6Т
 Состояние: Зона риска
 Статус: В работе
☒ признак контроля
☐ признак отбраковки

Паспорт | Характеристики | Регулирование | Охлаждение | Примечание

Тип трансформатора: ТДЦ-400000/500
 Завод изготовитель: ЗТЗ
 Схема и группа соединений: Ун/Д-11
 Заводской номер: 83309
 Климатическое исполнение:
 Категория:
 Вид:
 Число фаз:
☐ Однофазный
☒ Трехфазный
 Число обмоток:
☒ Двухобмоточный
☐ Трехобмоточный

Даты:
 выпуска: 14.03.72
 ввода в эксплуатацию: 30.06.72
 испытания:
 последнего:
 очередного:
 ремонта: 17.07.79

Масса, кг:
 Полная: 410000
 Акт. части: 266000
 Масла: 70000

Рисунок 1 – Пример интерфейса для формирования структурно-функциональной модели трансформатора (паспорт)

Паспорт трансформатора

Подстанция: Центральная ГПП-500
 Диспетчерское наименование: 6Т (пример)
 Присоединение: 6Т
 Состояние: Зона риска
 Статус: В работе
☒ признак контроля
☐ признак отбраковки

Паспорт | Характеристики | Регулирование | Охлаждение | Примечание

	ВН	СН	НН (НН1)	НН2
Мощность, кВ·А	400000		400000	
Напряжение, В	525000		20000	
Ток, А	440		11550	

	ВН-СН	СН-НН (НН1-НН2)	ВН-НН (ВН-НН1)	ВН-НН2
Потери к.з., кВт			809	
Напряжение к.з., %			12,6	

Холостой ход

Потери, кВт	390
Ток, %	0,37

Класс изоляции нейтрали, кВ

Рисунок 2 – Пример интерфейса для формирования структурно-функциональной модели трансформатора (характеристики)

В ходе исследования возможности диагностируемости СТ было выяснено, что описывать его целесообразно с точки зрения структурного и функционального представления:

1. Предложено структурное описание трансформатора, позволяющее построить дерево ТР для (запоминания) хранения информации в компактном виде для множества типов трансформаторов. Создающее предпосылки для создания информационного обеспечения компьютерной диагностики СТ.

2. Предложено функциональное описание трансформатора как объекта диагностирования. Функциональная модель СТ позволяет сформулировать главные,

второстепенные, внутренние, основные функции и их роли в обеспечении работоспособности трансформатора. С помощью функционального описания определяется достаточность выполнения узлами и элементами трансформатора всех функций, необходимых для обеспечения его нормального функционирования. [5]

3. Функционально-структурное описание позволяет определить достаточную степень резервирования той или иной функции различных элементов трансформатора. Это позволяет обеспечить достаточную надежность работы СТ.

Разработанный интерфейс для формализации работы пользователя с функционально-структурной моделью позволяет организовать представление СТ в компьютерных базах данных с отражением как конструктивных, так и функциональных особенностей деталей, узлов и блоков трансформатора [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гавриленко А.В. Методика вибрационного обследования силовых трансформаторов / А.В. Гавриленко, А.П. Долин. – 2004. – 100 с.
- 2 Сидельников Л. Г. Диагностика масла в силовых трансформаторах / Л.Г. Сидельников, А. М. Седунин, А. Ю. Сыкулев. – Пермь : ООО «ТестСервис». – 2003. – 168 с.
- 3 Сидельников Л. Г. Вибродиагностика и измерение частичных разрядов в силовом трансформаторе / Л.Г. Сидельников, А.М. Седунин, А.Ю. Сыкулев. – Пермь : ООО «ТестСервис». – 2003. – 211 с.
- 4 Голоднов Ю.М. Контроль за состоянием трансформаторов / Ю.М. Голоднов. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 88 с.
- 5 Михеев Г.М. Тепловизионный контроль высоковольтного оборудования: учеб. пособие / Г.М. Михеев. – Чебоксары: Изд-во Чуваш ун-та, 2000. – 180 с.
- 6 Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ / Под ред. С.А. Бажанова. – М., 1999. – 181 с.

ТҮЙІН

Бұл мақалада қуатты трансформатордың басты, қосалқы, ішкі және негізгі функцияларды қалыптастыруға мүмкіндік беретін қызметтік үлгісі және олардың трансформатордың қызметін қамтамасыз етудегі ролі зерттелген.

RESUME

This article focuses on the functional model of a power transformer which allows us to formulate the main, secondary, internal basic functions and their role in health security transformer.