

**МИНИСТЕРСТВО НАРОДНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УзССР
ТАШКЕНТСКИЙ ОРДЕНА ДРУЖБЫ НАРОДОВ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМ. АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

На правах рукописи

АБДУЛ ГХАНИ Абдул Раззак Абдул Гхафур

УДК 621.311

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РАСЧЕТА АВАРИЙНЫХ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ СИСТЕМЫ СОБСТВЕННЫХ
НУЖД КОНДЕНСАЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Специальность 05.14.02 — Электрические станции
(электрическая часть), сети,
электроэнергетические системы и
управление ими

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ТАШКЕНТ — 1989

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Система собственных нужд (СН) 6 кВ является одним из самых ответственных элементов мощных электростанций, так как нарушения в нормальной работе СН могут привести к полному погашению всей станции и как следствие к нарушению устойчивой работы всей электрической системы.

Отсюда вытекают повышенные требования к надежности работы средств релейной защиты (РЗ) и автоматики СН станций. Проектирование этих устройств и выбор их уставок в настоящее время ведется без достаточного учета особенностей аварийных режимов в системе СН 6 кВ, в том числе при переходных процессах, вызванных короткими замыканиями (КЗ) и самозапуском двигателей.

Существующие точные алгоритмы расчета переходных процессов ориентированы на использование мощных ЭВМ. В то же время, решение указанных выше задач ведется в настоящее время с применением малых ЭВМ, что делает актуальным разработку алгоритмов анализа аварийных режимов и расчет РЗ СН 6 кВ с учетом ограниченных возможностей используемых для этих целей малых ЭВМ.

Диссертационная работа выполнена по плану НИР кафедры "Электрические станции" ТашПИ по теме "Разработка методов анализа режимов и средств противоаварийного управления энергосистем" (№ гос. регистрации ОI82.4.046.344).

Цель работы. Анализ способов учета переходных процессов в системе СН 6 кВ в расчетах уставок отдельных видов РЗ элементов СН 6 кВ и разработка на этой основе алгоритмов и программ, реализуемых на малых ЭВМ.

Методика исследований. Использовались теория переходных про-

цессов электрических систем, методы математического моделирования, методы теории вероятностей и теории чувствительности. Исследования проводились на цифровых вычислительных машинах и на экспериментальном стенде.

Научная новизна. – Обоснована целесообразность при расчете тока подпитки от асинхронных двигателей (АД) учета группы АД СН 6 кВ сверхпереходными параметрами.

– Разработана методика оценки влияния погрешности исходных данных на результаты расчета аварийных режимов, основанная на методах статистического анализа и теории чувствительности.

– Обоснован упрощенный метод расчета самозапуска АД СН 6 кВ, обеспечивающий достаточную точность и необходимое быстроедействие на малых ЭВМ. Достоверность метода подтверждена сопоставлением с точными способами и результатами эксперимента на модельной установке.

– Показана необходимость учета тока подпитки от АД СН 6 кВ при выборе уставок дифференциальной РЗ магистрали резервного питания (МРП) системы СН 6 кВ. Разработан алгоритм расчета этой защиты с учетом тока подпитки от АД для произвольного числа секций МРП.

– Разработаны модели для проведения уточненных расчетов режимов при несимметричных КЗ на стороне ВН блочных ТЭС.

Практическая ценность. На основе проведенных методических исследований разработан комплекс программ расчета на малых ЭВМ аварийных режимов и РЗ в системе СН 6 кВ блочных ТЭС.

Реализация работы. Разработанный комплекс программ расчета аварийных режимов и РЗ в системе СН 6 кВ блочных ТЭС использовался для исследования влияния переходных процессов в системе СН 6 кВ на уставки и селективность действия отдельных типов РЗ элементов

реальной мощной ГРЭС.

Данный комплекс рекомендован к внедрению на мощных блочных ТЭС.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы обсуждались на ежегодных конференциях профессорско-преподавательского состава и аспирантов ТашПИ в 1986-89 гг.

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано четыре работы.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников, включающего 104 наименования на 12 страницах. Основной текст изложен на 118 страницах машинописного текста, иллюстрирован 45 рисунками и 28 таблицами.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована ее цель, дана общая характеристика и краткое содержание работы.

В первой главе рассмотрены методы учета токов подпитки от АД СН 6 кВ для расчета уставок РЗ и дана методика статистического анализа влияния погрешностей исходных данных на результаты расчетов аварийных режимов СН 6 кВ.

На основе рассмотрения существующих методов расчета токов подпитки от АД (ограничиваясь учетом только сверхпереходной составляющей I_i'') и проведения сопоставительных расчетов на примере реальной блочной ТЭС с детальным учетом АД секций СН 6 кВ блоков показано, что наибольшую точность обеспечивает метод, учитывающий отдельный АД его сверхпереходными параметрами E_i'' , X_i'' и их после-

дующим эквивалентированием для каждой секции. С целью повышения достоверности предлагается определять E_i'' АД по формуле

$$E_i'' = \sqrt{(K_U U_H \cos \varphi_H)^2 + (K_U U_H \sin \varphi_H - K_{jL} I_H X_i'')^2} \quad (I)$$

где $K_U = U_*$ - коэффициент по напряжению; $K_{jL} = P_i*$ - коэффициент загрузки i -го АД по активной мощности.

Расчеты, выполненные с учетом (I), показали необходимость учета K_U , K_{jL} при выполнении уточненного анализа. Выбранный метод определения токов подпитки от АД программно реализован на микроЭВМ (рис.4).

На основе анализа опубликованных данных определены для основного оборудования СН 6 кВ величины среднего квадратического отклонения σ и диапазоны изменения их параметров в соответствии с правилом 3σ , используемые в дальнейших расчетах.

Рассмотрены особенности существующих методов учета влияния погрешности исходных данных на результаты расчетов. Показано, что использование для этих целей метода статистических испытаний (метода Монте-Карло) и факторного планирования эксперимента при исследовании аварийных режимов в системе СН 6 кВ нецелесообразно из-за отсутствия необходимой информации и сложности вычислительных процедур. Более целесообразно использовать методы теории чувствительности, позволяющие найти приращение выходного параметра Δy при малых отклонениях m параметров рассматриваемой системы Δx_i от их номинальных значений:

$$\Delta y = \sum_{i=1}^m a_i \Delta x_i$$

где $a_i = \frac{\partial y}{\partial x_i}$ - абсолютный коэффициент чувствительности.

Для анализа влияния погрешностей исходных данных удобнее определять относительное изменение δy при относительных изменениях δx_i :

$$\delta y = \sum_{i=1}^m \beta_i \delta x_i \quad ; \quad \beta_i = a_i x_{iH} / y_H \quad ;$$

где y_H, x_{iH} - номинальные значения соответствующих параметров.

Если при исследовании ориентироваться на наихудшее сочетание отклонений параметров x_i (метод наихудшего случая), то отклонение выходной переменной определяется как

$$\delta y_{\max} = \sum_{i=1}^m |\beta_i| \delta x_i \quad (2)$$

Метод наихудшего случая позволяет определять размах отклонений. Однако многие из подобных сочетаний параметров x_i являются маловероятными, так как при большем числе параметров системы становятся заметными статистические эффекты компенсации и наложения. Эти факторы учитываются в статистическом методе расчета, согласно которому определяется дисперсия относительного отклонения выходного параметра y по значениям дисперсии относительных отклонений параметров x_i системы:

$$\sigma^2[\delta y] = \sum_{i=1}^m \beta_i^2 \sigma^2[\delta x_i] \quad (3)$$

при этом величины $\delta x_1, \dots, \delta x_m$ являются центрированными некоррелированными случайными величинами; $\sigma[\delta y], \sigma[\delta x_i]$ - средние квадратические отклонения соответствующих величин.

Величины a_i при этом определяются методом численного дифференцирования (методом приращений):

$$\alpha_i \approx \frac{\Delta y}{\Delta x_i} = \frac{y(x_1^0, \dots, x_i^0 + \Delta x_i, \dots, x_m^0) - y(x_1^0, \dots, x_i^0, \dots, x_m^0)}{\Delta x_i} \quad (4)$$

Сопоставительные расчеты с использованием (4) показали, что для рассматриваемого круга задач метод приращений обеспечивает достаточную точность. При этом целесообразно принимать величину приращения внутренних параметров порядка 5%.

По описанной методике определялось влияние погрешностей в величинах K_H , K_{ji} , x_i'' на значение тока подпитки для различного числа АД.

В соответствии с (2) и (3) имеем

$$\delta I''_{\text{max}} = \left(\sum_{i=1}^m |\delta_{\nu_i}| \right) \delta K_H + \left(\sum_{i=1}^m |\delta_{j_i}| \right) \delta K_{j_i} + \left(\sum_{i=1}^m |\delta_{x_i''}| \right) \delta x_i'';$$

$$\sigma^2[\delta I''] = \left(\sum_{i=1}^m \delta_{\nu_i}^2 \right) \sigma^2[\delta K_H] + \left(\sum_{i=1}^m \delta_{j_i}^2 \right) \sigma^2[\delta K_{j_i}] + \left(\sum_{i=1}^m \delta_{x_i''}^2 \right) \sigma^2[\delta x_i''];$$

где

$$\delta_{\nu_i} = \frac{\partial I'' \cdot K_{H i H}}{\partial K_H \cdot I_H''}; \quad \delta_{j_i} = \frac{\partial I'' \cdot K_{j i H}}{\partial K_{j_i} \cdot I_H''}$$

$$\delta_{x_i''} = \frac{\partial I'' \cdot x_i''}{\partial x_i'' \cdot I_H''}$$

Входящие в эти выражения абсолютные коэффициенты чувствительности определяются в данном случае аналитически с учетом выражения (I). Например, для группы из пяти АД $\delta I''_{\text{max}} = 208,02\%$; $\sigma[\delta I''] = 25,94\%$. Для 16 АД, входящих в одну из секций СН 6 кВ реальной станции, получено: $\delta I''_{\text{max}} = 663,9\%$; $\sigma[\delta I''] = 46,48\%$.

Как видно, метод наихудшего случая дает совершенно неприемлемые результаты. Поэтому для дальнейших исследований использовался

статистический метод расчета.

Во второй главе обоснован упрощенный метод расчета самозапуска и проведено его сопоставление с точными методами и результатами эксперимента на модельной установке.

Необходимость получения достаточно достоверных характеристик самозапуска для расчета уставок РЗ в условиях эксплуатации требует разработки упрощенных методов расчета, позволяющих моделировать процесс самозапуска на малых ЭВМ при небольших затратах машинного времени. С этой целью проведен подробный анализ трех методов (1 – способ, предложенный Ю.М.Голодновым, 2 – А.К.Черновцом и др., 3 – В.Х.Георгиади и др.), основанных на разделении процесса самозапуска на два этапа (выбег и разгон).

Анализ расчета выбега различными способами показал, что их главное различие заключается в способах учета характеристик механизмов СН 6 кВ и расчете группового выбега АД. Расчеты выбега, проведенные для трех АД (табл. I) и теоретический анализ показывают, что наиболее предпочтительным является способ 3.

Методы расчета разгона основаны на численном решении уравнений движения АД и отличаются, в основном, используемым способом учета вращающих моментов АД. Учитывая существующую неточность в исходной информации и требования быстродействия для этой цели приняты выражения по способу 1.

На основе принятых методов разработан упрощенный алгоритм расчета самозапуска, сочетающий достоинства рассмотренных способов. При этом использованы охемы замещения и расчетные выражения для двух блоков станции, учитывающие сопротивления шинпроводов МРП и предварительную нагрузку пуско-резервных трансформаторов СН (ПРТ) (способ 2). Данный алгоритм программно реализован на микроЭВМ

(рис.4).

В табл.2 и на рис.1 приведены результаты расчетов самозапуска по разработанной программе (способ 4) и программе Союзтехэнерго, реализованной на основе расчетов по заранее известным характеристикам механизмов и АД (способ 5) для тех же АД, что и в табл.1. Как видно, разработанный алгоритм обеспечивает достаточную точность, обладая большим быстродействием и требуя значительно меньше информации.

Для проведения сопоставительных расчетов разработана программа уточненного расчета самозапуска АД с использованием уравнений Горева-Парка, основанная на их численном интегрировании методом Рунге-Кутты. Изменение параметров АД от скольжения учитывалось по методике ЛПИ.

С целью получения экспериментальных данных собран опытный стенд, включающий коммутационную, измерительную аппаратуру, АД с нагрузкой, и сняты осциллограммы пуска, выбега, отключения и повторного включения АД в различных режимах его работы. Сопоставление этих результатов с соответствующими расчетами по точной и упрощенной методикам показало достаточную близость основных характеристик процессов.

В третьей главе разработаны методика расчета РЗ МРП СН 6 кВ с учетом токов подпитки от АД и модели для уточненных расчетов несимметричных КЗ на стороне ВН блочных ТЭС.

В качестве основной защиты МРП при достаточно большой мощности ПРТ, предусматривается продольная дифференциальная защита каждой ее секции.

При расчете уставок защиты по типовой методике за максимальный ток внешнего трехфазного КЗ $I_{кз. макс}^{(3)}$ принимается ток КЗ на

Таблица 1

Угловая скорость в конце перерыва питания	Конденсационный насос, КН		Дымосос, Д		Дутьевой вентилятор, ДВ	
	ω о.е.	$\Delta\omega$ %	ω о.е.	$\Delta\omega$ %	ω о.е.	$\Delta\omega$ %
Эксперимент	0,245		0,548		0,776	
Расчет:						
по способу 1	0,143	41,63	0,670	22,29	0,728	6,18
по способу 2	0,155	36,73	0,602	9,85	0,813	4,76
по способу 3	0,296	20,81	0,607	10,76	0,807	3,99

Таблица 2

Время разгона, с	Конденсационный насос, КН	Дымосос, Д	Дутьевой вентилятор, ДВ
Метод 4	0,90	28	4,95
Метод 5	1,14	22	4,44

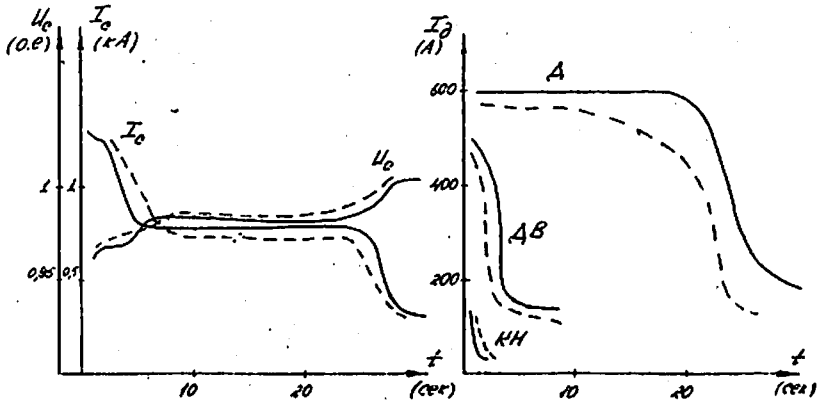


Рис. 1. Результаты расчета самозапуска трех АД:
 — метод 4, --- метод 5

рабочей секции СН 6 кВ, ближайшей к источнику питания. При этом подпитка от АД СН 6 кВ не учитывается. Однако, при учете этого фактора расчетный ток КЗ существенно возрастает, что приводит к увеличению расчетного тока небаланса, а следовательно и первичного тока срабатывания дифференциальной защиты МРП и в конечном итоге к изменению уставки реле защиты. При этом за расчетное внешнее КЗ нужно принимать не КЗ на рабочей секции СН 6 кВ, а КЗ в начале следующей секции МРП, за секционным выключателем.

В случаях, когда от ПРТ питаются СН двух блоков, для определения $I_{кз. max}^{(3)}$ необходимо рассмотреть внешнее КЗ во всех возможных точках: на рабочих секциях СН 6 кВ каждого из этих блоков, а также за секционным выключателем МРП (рис.2). В этом случае при КЗ на рабочей секции СН блока должна учитываться подпитка от АД другого блока, а при КЗ за секционным выключателем – от АД рабочих секций СН 6 кВ обоих блоков. За $I_{кз. max}^{(3)}$ принимается большее из полученных значений токов КЗ.

Естественно, что при этом расчеты уставок РЗ МРП значительно усложняются и требуется разработка соответствующих алгоритмов для ЭВМ.

Существенное влияние на величину токов КЗ и уставки защиты оказывает место подключения трансформатора 2ПРТ к МРП, которое может быть различным на разных ТЭС. Кроме того, на некоторых блочных ТЭС резервное питание СН осуществляется от трех ПРТ, что значительно увеличивает количество расчетных вариантов.

Согласно рассмотренному подходу составлены универсальный алгоритм и программа, реализованная на микроЭВМ и позволяющая производить расчет РЗ МРП для любого числа блоков на ТЭС и различного числа и мест подключения ПРТ (рис.4).

Исследования, проведенные в последнее время Теплоэлектропро-ектом: показали, что в отдельных случаях, в частности, при несим-метричных КЗ на стороне ВН блочных ТЭС, возможно неселективное действие защит вводов рабочего и резервного питания СН 6 кВ, в качестве которых на действующих блочных ТЭС установлена максималь-ная токовая защита с пуском по напряжению (МТЭН).

Однако эти исследования проведены для типовых параметров блоч-ных ТЭС и для конкретных станций нуждаются в уточнении. Для этой цели предложены модели для уточненных расчетов режима несимметрич-ных КЗ на стороне ВН блочных ТЭС, отличающихся рядом особенностей: расчет производится для каждого блока в отдельности, так как пара-метры оборудования и схемы соединения ТЭС могут существенно отли-чаться; эквивалентные параметры групп АД для каждой секции СН 6 кВ принимаются не усредненными, а рассчитываются по методике, обосно-ванной в гл. I; при выводе расчетных выражений учитываются разли-чия в параметрах АД секций блока, т.е. учитываются обе секции А и Б каждого блока (рис.3); для резервного питания учитываются сопро-тивления шинпроводов от ПРТ и сопротивления МРП.

Для определения фазных токов и напряжений, подаваемых на за-щиты вводов рабочего и резервного питания СН 6 кВ при несимметрич-ных КЗ на стороне ВН ТЭС, с использованием предлагаемых моделей составлены алгоритм и программа, реализованная на микроЭЕМ. Прог-раммы, разработанные в гл. 1,2,3 образуют комплекс, позволяющий проводить расчеты РЗ СН 6 кВ реальных блочных ТЭС (рис.4).

В четвертой главе приведены результаты исследования влияния учета переходных процессов на расчеты уставок РЗ элементов СН 6 кВ реальной мощной ГРЭС.

Рассматриваемая станция содержит 10 блоков по 300 МВт и имеет

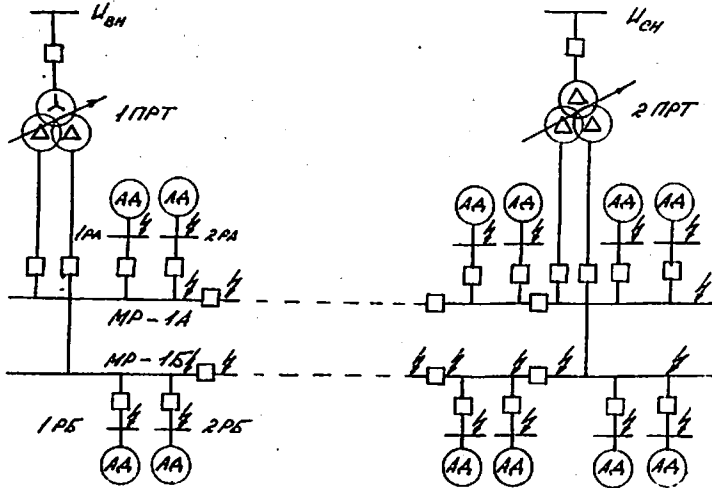


Рис.2. Схема резервного питания СН 6 кВ

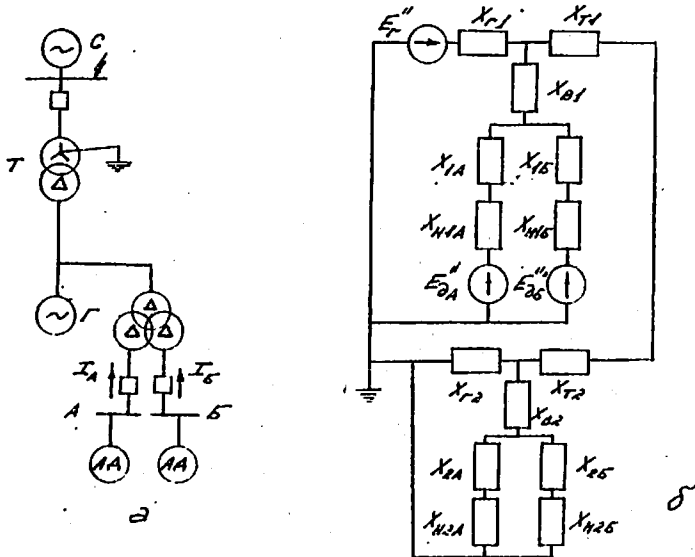


Рис.3. Расчетные схемы (а) и компоновочные схемы размещения (б) для рабочего питания при аварийном КЗ на стороне ВН

типовой состав оборудования СН 6 кВ для газомазутной ГРЭС. Исследования проводились с помощью разработанного комплекса программ расчета аварийных режимов СН 6 кВ блочных ТЭС (рис.4).

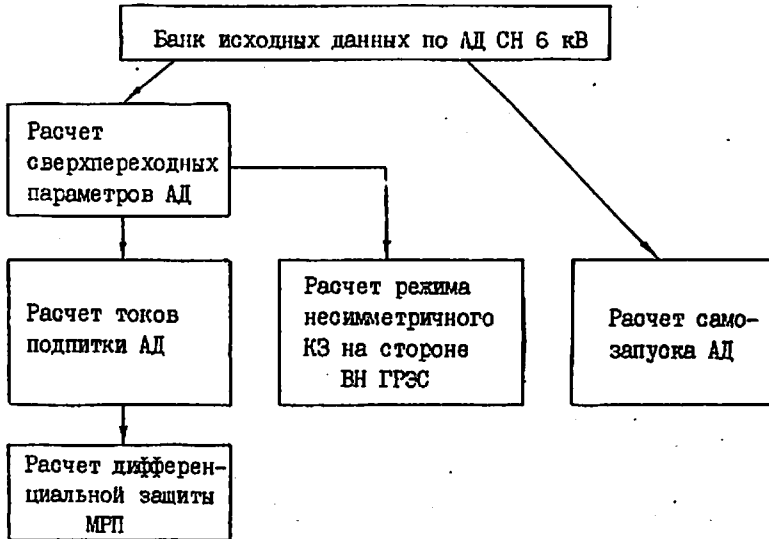


Рис.4. Структура комплекса программ расчета аварийных режимов и РЗ в системе СН 6 кВ блочных ТЭС

Показано, что учет тока подпитки от АД существенно влияет на уставки дифференциальной защиты МРП (табл.3) и является необходимым. При этом сам алгоритм расчета уставок является малочувствительным к погрешностям определения токов подпитки.

Установлено, что использование для расчетов режимов при несимметричных КЗ на стороне ВН ГРЭС уточненных моделей дает существенно иные результаты. Так, для МТЗН вводов рабочего питания СН 6 кВ

из 20 вводов на секции СН 6 кВ селективность нарушается лишь для четырех. Для МТЗН вводов резервного питания селективность нарушается почти для всех вводов на секции СН 6 кВ. Однако и в том и в другом случае изменение токов срабатывания МТЗН позволяет обеспечить ее селективность при сохранении необходимой чувствительности. При этом показано, что погрешность в определении токов срабатывания из-за неточности исходных данных лежит в пределах 10% и учитывается в коэффициенте надежности $K_H = 1,2$.

Проведены расчеты самозапуска АД СН 6 кВ для каждого блока при рабочем и резервном питании. Найденные величины остаточного напряжения $U_{ост}$ использовались для определения длины зон дальнего резервирования по методике ЛПИ (табл.4). Как видно, учет реального характера самозапуска дает весьма существенный эффект – увеличение зон резервирования до 30–40%. Анализ погрешности при определении $U_{ост}$ от неточности исходных данных показал, что она лежит в пределах 20% и входит в коэффициент надежности $K_H = 1,2$.

ВЫВОДЫ

1. Для повышения надежности системы СН мощных блочных ТЭС обоснована необходимость достаточно подробного учета параметров аварийных режимов системы СН 6 кВ при расчетах уставок РЗ ее элементов.
2. Разработаны для проведения расчетов РЗ системы СН 6 кВ с учетом переходных процессов методики и модели, основанные на достаточно достоверных упрощенных способах расчета токов подпитки и самозапуска АД СН 6 кВ, применительно к возможностям малых ЭВМ.
3. Предложена методика оценки влияния погрешностей исходных данных на результаты расчета аварийных режимов, основанная на сти-

Таблица 3

№ секции магистральной резервного питания МР-А	I _{0.3} А	K _у	Установленное число витков обмотки реле РНТ-565		
			ω _p	ω _{зур}	ω _{тур}
Без учета тока подпитки от АД					
1	3333	3,63	12	6	-
2	3333	3,81	-	3	9
3	2500	5,00	16	8	-
4	2857	4,05	14	7	-
5	2857	3,78	14	7	-
С учетом тока подпитки от АД					
1	5000	2,46	8	4	-
2	6000	2,22	5	1	5
3	5000	2,46	8	4	-
4	5714	2,03	7	3	-
5	4000	2,75	10	5	-

Таблица 4

№ блока	Секции	U _{ост} кВ	Сечение жил кабеля, мм ²		
			3 x 95	3 x 150	3 x 240
Расчет зон резервирования при полностью заторможенных АД, м					
1	А	2,48	160	248	388
	Б	2,88	187	295	460
2	А	3,26	213	340	532
	Б	2,73	174	272	424
Расчет зон резервирования с учетом самозапуска, м					
1	А	3,71	255	412	623
	Б	3,50	237	382	595
2	А	4,03	281	453	721
	Б	3,56	238	382	597

статистических способах анализа теории чувствительности. С помощью разработанной методики определены вероятностные характеристики уставок РЗ элементов системы СН 6 кВ реальной мощной ГРЭС.

4. Разработана методика и алгоритм расчета уставок дифференциальной релейной защиты магистрали резервного питания системы СН 6 кВ с учетом токов подпитки от АД СН 6 кВ для любого числа блоков ТЭС и различного числа и мест подключения пускорезервных трансформаторов.

5. Предложены уточненные модели для повышения достоверности расчетов режимов несимметричных КЗ на стороне ВН блочных ТЭС, учитывающие в том числе особенности оборудования и схемы соединения трансформаторов собственных нужд каждого блока, различия в эквивалентных параметрах групп АД секций СН 6 кВ блоков.

6. Для типовой структуры современных блочных ТЭС разработан комплекс программ применительно к малым ЭВМ, включающий программы расчета токов подпитки от АД СН 6 кВ, расчета режима при несимметричных КЗ на стороне ВН блочной ТЭС, расчета самозапуска АД СН 6 кВ, определения уставок РЗ элементов СН 6 кВ.

7. Исследование аварийных режимов системы СН 6 кВ реальной мощной ГРЭС, проведенное с помощью этого комплекса, позволило уточнить уставки дифференциальной релейной защиты магистрали резервного питания СН 6 кВ, выбрать уставки максимальной токовой защиты с пуском по напряжению, обеспечивающие селективность ее действия на рабочих и резервных питающих вводах системы СН 6 кВ, а также увеличить для этих защит длины зон дальнего резервирования. Полученные результаты позволяют существенно повысить эффективность рассматриваемых защит системы СН 6 кВ.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Абдул Гани А.А. и др. Анализ упрощенных методов расчета токов короткого замыкания в системе собственных нужд мощных тепловых электростанций //Изв. АН УзССР, серия техн.наук. 1988. № 3. С.29-32.

2. Абдул Гани А.А. и др. Анализ аварийных режимов собственных нужд мощных тепловых электростанций //В кн. Тезисы докладов научно-теоретической и технической конференции профессоров и преподавателей ТашПИ. Ташкент, 1989. С.90.

3. Абдул Гани А.А. и др. Использование упрощенных методов расчета самозапуска асинхронных двигателей собственных нужд 6 кВ блочных тепловых электростанций //Изв.АН УзССР, серия техн.наук. 1989. № 5.

4. Абдул Гани А.А. и др. Алгоритм расчета релейной защиты собственных нужд 6 кВ блочных тепловых электростанций с учетом двигательной нагрузки //Сборник научных трудов Энергетического факультета ТашПИ. - (в печати).

Подписано к печати 26 12 89 г. Формат бумаги 60x84^{1/2}
Бумага писчая. Печать офсетная. Объем 1 п. л. Тираж 100 экз. Заказ № 1864

Отпечатано в типографии ТашПИ Ташкент, ул. Я. Коласа, 16.