Типовые материалы для проектирования
407-03-555.90

СХЕМЫ И НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА ФИКСАЦИИ ПЕРЕГРУЗКИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ШКАФА ШП 2702

АЛЬБОМ I
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Инв. № 13778

13778 тм/1

gost.e-ecolog.ru

Типовые материалы для проектирования
407-03-555.90

СХЕМЫ И НИЗКОВОЛЬТНЫЕ КОМПЛЕКТНЫЕ УСТРОЙСТВА ФИКСАЦИИ ПЕРЕГРУЗКИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ШКАФА ШП 2702

АЛЬБОМ I

ПЕРЕЧЕНЬ АЛЬБОМОВ

Альбом I. Пояснительная записка
Альбом П. Схемы принципиальные
Часть I
Часть 2
Альбом Ш. Схемы полные и низковольтные комплектные устройства

Разработаны институтом "Энергосетьпроект"

Утверждены и введены в действие Минэнерго СССР

Протокол № 50 от 27 августа 1990 г.

Заместитель главного инженера института — С.Я.Петров

Главный инженер проекта — И.З.Глускин

Инв. № 19364

13778тм/1 л.1/57

ал.I

СОДЕРЖАНИЕ АЛЬБОМА I

	Стр.
I. ВВЕДЕНИЕ	4
2. Общая характеристика устройств фиксации аварийной перегрузки электропередачи по активной мощности . . .	7
3. Выбор параметров срабатывания устройств	I0
3.I. Выбор параметров срабатывания устройства фиксации статической перегрузки для двухмашинных схем сети	I0
3.2. Выбор параметров срабатывания устройства фиксации статической перегрузки для трехмашинных схем сети	I4
3.3. Выбор параметров срабатывания устройства фиксации динамической перегрузки для двухмашинных схем сети	I7
3.4. Выбор параметров срабатывания блокирующих органов устройства фиксации динамической перегрузки	2I
4. Структурные схемы устройств фиксации перегрузки	24
4.I. Структурные схемы устройства фиксации статической перегрузки для двухмашинных схем сети	24
4.2. Структурные схемы устройства фиксации статической перегрузки для трехмашинных схем сети	25
4.3. Структурные схемы устройства фиксации динамической перегрузки для двухмашинных схем сети	26
4.4. Структурная схема устройства фиксации статической и динамической перегрузки	27
5. Принципиальные схемы устройств фиксации перегрузки	28
5.I. Принципиальные схемы устройств фиксации статической перегрузки	28

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

I3778тм

ал.I

Стр.

5.2. Принципиальные схемы устройств фиксации динамической перегрузки 3I
5.3. Принципиальная схема устройства фиксации статической и динамической перегрузки 32

Приложение I. Устройство фиксации перегрузки с использованием шкафа автоматики типа ШП2702 34

Приложение 2.
П.2. Пример расчета параметров настройки устройства фиксации перегрузки на базе шкафа ШП 2702

П.2.I. Расчет устройства фиксации статической перегрузки 40
П.2.2. Расчет устройства фиксации динамической перегрузки 43
П.2.3. Расчет устройства блокировки по сбросу мощности 52
П.2.4. Расчет устройства блокировки по скорости изменения мощности 53

Перечень литературы 56

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

I3778тм

13778тм/1 .3/57

Лист

407-03-555.90

I. ВВЕДЕНИЕ

Настоящие типовые материалы для проектирования разработаны по плану типового проектирования Госстроя СССР на 1989 г. поз. ТП3.I.24.

Целью проекта является типизация проектных решений по противоаварийной автоматике для новой серийновыпускаемой аппаратуры типа ШП2702.

В проекте разработаны принципиальные схемы, полные схемы и низковольтные комплектные устройства фиксации статической и динамической перегрузки. Кроме того, проект содержит методику выбора первичных параметров срабатывания устройства и параметров срабатывания измерительных элементов аппаратуры ШП 2702.

Аппаратура ШП2702 на интегральных микросхемах средней степени интеграции выпускается Чебоксарским электроаппаратным заводом.

Аппаратура представляет собой шкаф, содержащий измерительные блоки активной мощности, блоки приема сигналов телеизмерения в кодовом виде, блоки реального дифференцирования, блоки инерции, логическую схему на операционных усилителях и реагирующие органы.

Целью настоящей работы является разработка принципиальных схем устройств фиксации перегрузки на базе этой аппаратуры и методика их настройки.

Принципиальные схемы устройств фиксации перегрузки разработаны на основании структурных схем, выполненных в проекте типовой работы № II842тм.

Для реализации структурных схем предполагалось использование шкафа в заводском исполнении или с незначительными пересоединениями на клеммнике шкафа и кассет.

В связи с аппаратными ограничениями шкафа ШП 2702 некоторые структурные схемы устройств были изменены. Выполненные принципиальные схемы содержат изменения в соединениях между блоками реагирующих и блокирующих органов.

13778тм/1 л 4/57

				407-03-555.90 – ПЗ1		
ГИП	Глускин				Стадия	Лист	Листов
Вед.инж.	Артемова				Р	I	
Инженер	Виноградова				Энергосетьпроект г.Москва 1990		

13778-4

Предельная по условию статической устойчивости мощность даже для простейшей двухмашинной схемы (здесь и в дальнейшем под понятиями двухмашинная и трехмашинная схема сети понимается схема сети в общем случае многомашинная, но которая для целей управления может быть эквивалентирована соответственно двух или трехмашинной) зависит от многих параметров, которые могут меняться в зависимости от режима и схемы сети и которые не могут быть измерены в месте установки устройства, в том числе: ЭДС эквивалентных генераторов, постоянные инерции эквивалентных генераторов, характеристики нагрузок. Влияние этих факторов на величину предела статической и динамической устойчивости может составлять I0-20%. Некоторые из этих параметров могут быть учтены, например, ЭДС по напряжению в месте установки устройства и падению напряжения от потоков активной и реактивной мощности на сопротивлениях от места установки устройства до ЭДС эквивалентных генераторов. Однако методы учета всех этих факторов не исследованы и не могут служить основой для типизации. Кроме того, промышленная аппаратура (шкаф ШП2702) имеет в своем составе только датчики активной мощности и не позволяет реализовать более сложные зависимости предела пропускной способности, чем линейная комбинация двух мощностей для устройства фиксации статической перегрузки и двух мощностей, производной и исходной мощности, для фиксации динамической перегрузки. Это накладывает определенные ограничения на использование устройств фиксации перегрузки по мощности. В схемах, в которых учет влияния неизмеряемых параметров на величину фиксируемого предела требует увеличения запаса до величины, которая ограничивает пропускную способность электропередачи в нормальном режиме ниже $P_{пр}^{ст} / I,2$ это устройство не может быть использовано, и для фиксации перегрузки должны быть использованы другие принципы.

Методика настройки устройства фиксации перегрузки разработана на основе работ л.9, л.I2, л.I3, приведенных в перечне литературы. Схемы устройств фиксации перегрузки разработаны на основе проектных работ по конкретным объектам, выполненным в институте "Энергосетьпроект".

В настоящее время в "Энергосетьпроекте" ведутся научно-исследовательские работы по разработке новых принципов фиксации перегрузки и разработке технических требований к новым микропроцессорным устройствам, позволяющим реализовать эти новые принципы. Работы

ал.I

ведутся в рамках отраслевого заказа и договоров с заказчиками по конкретным объектам. Их окончание с выпуском головных образцов устройства планируется на 1993-94 гг.

После появления новой аппаратуры или после модернизации выпускаемой, типовые решения должны быть пересмотрены.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№
I3778тм

ал.I

2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСТРОЙСТВ ФИКСАЦИИ АВАРИЙНОЙ ПЕРЕГРУЗКИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ПО АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Под статической перегрузкой электропередачи понимается возникновение режима энергосистемы, предельного по условию статической устойчивости, т.е. выход режима на границу области статической устойчивости.

Под динамической перегрузкой электропередачи понимается достижение параметрами переходного процесса после возникновения аварийного небаланса мощности в энергосистеме значений, опасных для динамической устойчивости, т.е. выход процесса на границу области динамической устойчивости.

Устройства, фиксирующие перегрузку электропередачи, в основном, предназначаются для действия при возникновении аварийных небалансов мощности в энергосистемах, которые весьма затруднительно зафиксировать непосредственно по возмущению.

Различаются три вида аварийного небаланса мощности:

I) отключение части генераторов, ведущее более всего к изменению генерирующей мощности и постоянной инерции поврежденной части энергосистемы;

2) отключение части нагрузки, обычно незначительно влияющее на постоянную инерции;

3) деление энергосистемы на части или отключение межсистемной связи, которое может приводить как к избытку, так и к дефициту мощности, и в этом случае сопровождающееся значительным изменением постоянной инерции.

Сравнительно просто можно зафиксировать только третий вид небаланса. Однако из-за трудности передачи аварийной информации на большие расстояния и в третьем случае, как и в первых двух, используется факт перегрузки электропередачи.

Первым и минимальным требованием, которое может быть предъявлено к устройству, фиксирующему перегрузку электропередачи, является требование о фиксации аварийной перегрузки вне зависимости от ее вида и величины.

Повышение избирательности устройства может быть достигнуто путем введения блокировки при возникновении тех возмущений, которые могут быть зафиксированы излишне. Введение блокировки особенно важно в тех случаях, когда при действии пускового органа перегрузки

применяются существенно другие управляющие воздействия, чем при действии других пусковых органов.

Вторым является требование о фиксации только такой аварийной перегрузки электропередачи, которая создает опасность нарушения устойчивости, и несрабатывания в нормальном режиме.

Третьим является требование о том, чтобы устройства, фиксирующие аварийную перегрузку передачи, давали информацию о величине аварийного небаланса мощности. Тогда с помощью обычных устройств дозировки, подобно тому, как это делается, например, при аварийном отключении линии, может быть определена опасность возмущения и интенсивность управляющих воздействий.

Следовательно, устройство фиксации перегрузки по мощности предназначено для:

- фиксации достижения текущей мощностью по связи заданного значения, характеризующего режим энергосистемы, предельный по условию статической устойчивости;

- фиксации достижения скоростью изменения передаваемой мощности по связи заданного значения, автоматически устанавливаемого в зависимости от исходной передаваемой мощности и соответствующего переходному процессу в энергосистеме при заданном аварийном дефиците мощности в приемной части энергосистемы;

- автоматического определения интенсивности переходного процесса для дозировки управляющих воздействий.

Сигнал о срабатывании пускового органа поступает в устройство автоматической дозировки управляющих воздействий, которое решает задачу автоматического определения управляющих воздействий, необходимых для сохранения устойчивости при аварийном дефиците, соответствующем ступени срабатывания устройства с учетом тяжести исходного режима и схемы сети. Для каждой ступени устройства фиксации статической перегрузки назначается определенная величина аварийного дефицита. При передаваемой мощности в исходном режиме (P^I), меньшей, чем мощность планируемого режима, аварийный дефицит мощности для первой ступени принимается равным мощности двух самых крупных блоков станции в системе. При P^I больше, чем в планируемом режиме, аварийный дефицит мощности принимается равным мощности одного блока станции. Для второй ступени аварийный дефицит мощности принимается равным максимальному расчетному (л.7). Режим,

ограничивающий зону режимов, существующих свыше 70% времени, называется в данной работе планируемым. Для дозировки управляющих воздействий при срабатывании первой и второй ступеней динамической перегрузки величина аварийного дефицита рассчитывается в устройстве автоматической дозировки исходя из тяжести исходного режима и скорости изменения передаваемой мощности. Принцип определения аварийного дефицита для ступеней устройства динамической перегрузки описан в разделе 3.3. По величине аварийного дефицита мощности в устройстве АДВ рассчитывается наброс на связь и по наброску определяется необходимый объем управляющих воздействий (УВ).

ал.I

3. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ СРАБАТЫВАНИЯ УСТРОЙСТВ ФИКСАЦИИ СТАТИЧЕСКОЙ ПЕРЕГРУЗКИ И ДИНАМИЧЕСКОЙ ПЕРЕГРУЗКИ.

3.I. Выбор параметров срабатывания устройства фиксации статической перегрузки для двухмашинных схем сети.

Режим статической перегрузки может возникнуть при аварийном небалансе мощности в энергосистеме в результате действия регуляторов скорости.

Предельное значение мощности зависит от мощности отборов и мощности в сечении, связанном с исследуемым. В общем случае характеристика срабатывания устройства имеет вид:

$$\sum_{i=1}^{n} K_i P_i \geq P_{с.у.} \quad , \qquad (I)$$

где P_i – передаваемая мощность по i связи или отбору,

K_i – коэффициент наклона характеристики

$$P_{пр}^{ст} = f(P_i) ;$$

$P_{с.у.}$ – мощность срабатывания устройства,

i – номер связи,

n – количество рассматриваемых связей.

Возможный вид угловых характеристик мощности для двухмашинной схемы сети показан на рис.I листа 2.

Мощность срабатывания ступени фиксации статической перегрузки определяется отстройкой от мощности, предельной по условию статической устойчивости

$$P_{с.у.} = \frac{P_{пр}^{ст}}{K_п \cdot K_н \cdot K_ч} \quad , \qquad (2)$$

где $P_{с.у.}$ – мощность срабатывания ступени фиксации статической перегрузки;

$P_{пр}^{ст}$ – предельная передаваемая мощность по условию статической устойчивости;

$K_п$ – коэффициент погрешности, учитывающий возможное увеличение мощности срабатывания из-за погрешности аппарату-

ал.I

ры измерения и фиксации активной мощности, ($K_п$ = I,03);

$K_н$ - коэффициент надежности, учитывающий неточность расчетов ($K_н$ = I,05 ÷ I,I);

$K_ч$ - коэффициент чувствительности измерительного органа при использовании датчиков среднего значения мощности на принципе широтно-импульсной и амплитудной модуляции и реагирующих органов на операционных усилителях ($K_ч$ = I,02).

При $K_п$ = I,03 , $K_н$ = I,05 и $K_ч$ = I,02

$$P_{с.у.} = \frac{P^{ст}_{пр}}{I,02 \cdot I,03 \cdot I,05} = 0,90\ P^{ст}_{пр} .$$

Устройство с такой уставкой не будет срабатывать в нормальном режиме, не превышающем

$$P_{раб.макс.} = \frac{P_{с.у.} \cdot K_в}{K_п} , \qquad (3)$$

где $K_в$ - коэффициент возврата устройства равный 0,98.

При $K_п$ = I,03 и $K_в$ = 0,98

$$P_{раб.макс.} \leqslant \frac{0,90\ P^{ст}_{пр}\ 0,98}{I,03} = 0,85\ P^{ст}_{пр} .$$

Таким образом устройство не ограничивает нормальные режимы с нормальным запасом 20%

$$P_{раб.макс.} \leqslant \frac{P^{ст}_{пр}}{I,2} = 0,83\ P^{ст}_{пр} .$$

Вместе с тем в послеаварийных режимах, допускающих снижение запаса до 8%, устройство не может быть использовано, т.е. при

$$P_{раб.макс.(па)} \leqslant \frac{P^{ст}_{пр}}{I,08} = 0,93\ P^{ст}_{пр}$$

должно выводиться из работы на время существования таких режимов.

Для двухмашинной схемы с постоянным отбором мощности условия работы устройства облегчаются при измерении контролируемого значе-

13778тм/1 л 11/57

ал.I

ния мощности за отбором, т.е. со стороны приемной энергосистемы.

За отбором максимальная мощность рабочего режима

$$P_{раб.макс.} = \frac{P^{ст}_{пр2}}{I,2} - P_н .$$

Мощность в режиме, предельном по статической устойчивости,

$$P^{ст}_{прI} = P^{ст}_{пр2} - P_н ,$$

тогда

$$\frac{P^{ст}_{прI}}{P_{раб.макс.}} = I,2 \; \frac{P^{ст}_{пр2} - P_н}{P^{ст}_{пр2} - I,2\, P_н} .$$

Таким образом, запас в максимальном рабочем режиме превышает 20%.

При реверсивном перетоке мощности между двумя энергосистемами в цепочечных и кольцевых схемах сети с постоянным отбором мощности может быть целесообразно измерение мощности с двух сторон относительно отбора.

Ступени устройства фиксации статической перегрузки имеют выдержку времени на срабатывание. Выбор времени срабатывания первой ступени (t_{cI}) определяется отстройкой от синхронных качаний и ограничивается с одной стороны половиной периода синхронных качаний (Ткач/2), а с другой - временем нарастания мощности электрической передачи под действием регуляторов скорости от мощности срабатывания устройства до предельного значения передаваемой мощности по условию статической устойчивости ($t_{\Delta P_1}$).

$$\frac{T_{кач}}{2} < t_{cI} < t_{\Delta P_1} . \qquad (4)$$

Период синхронных качаний приближенно может быть определен по формуле:

$$T_{кач} = 2\pi \sqrt{\frac{T_{j\,прив}}{\omega_0 \cdot \frac{dP}{d\delta}}} , \qquad (5)$$

где $\frac{dP}{d\delta}$ - производная в точке P_0, относительно которой рассматриваются синхронные качания;

ал.I

ω_0 - синхронная скорость;

$T_{j\,прив}$ - приведенная постоянная инерции эквивалентного генератора энергосистемы

$$T_{j\,прив} = T_j \frac{P_{\Sigma ген}}{P_{пр}^{ст}}$$ - приводится к $P_{пр}^{ст}$.

В частном случае, при $P_0 = P$ раб.макс период синхронных качаний для энергосистемы, в которой мощность генераторов в I0 раз превышает предельное значение мощности связи и $T_{j\,прив}$ ориентировочно составляет I00с, равен:

$$T_{кач} = 2\pi\sqrt{\frac{T_{j\,прив}}{\omega_0 \cdot \cos\alpha z \sin\frac{P_0}{P_{пр}^{ст}}}} = 2 \cdot 3{,}I4\sqrt{\frac{I00}{3I4 \cdot 0{,}557}} = 4{,}75\ с.$$

После срабатывания первой ступени устройства фиксации перегрузки время выполнения управляющих воздействий должно быть меньше времени нарастания мощности до предельного значения.

Время срабатывания второй ступени должно быть отстроено от времени выполнения управляющих воздействий, введенных первой ступенью,

$$t_{\Delta P2} > t_{сП} \geqslant t_{сI} + \Delta t_1 \quad , \qquad (6)$$

где

$$\Delta t_1 = t_{ув.} + \frac{T_{кач}}{4} + t_{зап.} \qquad (7)$$

$t_{у.в.}$ - время реализации управляющих воздействий, выполненных при действии первой ступени;

$t_{\Delta P2}$ - время нарастания мощности под действием регуляторов скорости от мощности после разгрузки до предельной;

$t_{зап.}$ - время запаса на неточности расчета.

Если после срабатывания первой ступени устройства фиксации статической перегрузки и выполнения управляющих воздействий условия срабатывания реагирующего органа сохраняются, время

ал. I

срабатывания второй ступени равно

$$t_{c\,II} = t_{c\,I} + \Delta t_I$$

Все предложенные в работе структурные схемы устройства фиксации статической перегрузки, выполненные для различных схем сети, построены с учетом возможностей шкафа типа ШП2702.

3.2. Выбор параметров срабатывания устройства фиксации статической перегрузки для трехмашинных схем сети.

В схемах, которые можно эквивалентировать трехмашинными (схема с переменным промежуточным отбором мощности является частным случаем такой схемы), с целью выявления режима, граничного по условию статической устойчивости, могут быть использованы следующие параметры:

- активные мощности узлов,
- активные мощности по линиям.

Активные мощности по линиям могут быть использованы лишь в простых схемах "звезды" или "треугольника", причем в схеме "звезды" эти мощности совпадают с мощностями узлов. Поэтому целесообразно рассматривать возможность использования фиксации перегрузки по активной мощности узлов.

Пример трехмашинной схемы "треугольника" показан на листе 2 рис.3. Область устойчивости для данной схемы построена в координатах мощностей узлов и представляет собой замкнутую кривую $f(P_I, P_{II})=0$, охватывающую начало координат.

В сложной схеме охват начала координат обеспечивается правильным выбором независимых переменных.

В общем случае стабильность границы области устойчивости

ал.I

должна быть исследована при изменении соотношения мощностей, передаваемых по другим межсистемным связям, изменении напряжений и промежуточных отборов мощности.

Для фиксации выхода за границу устойчивости необходимо измерение мощностей любых двух узлов, при этом нужно использовать реагирующий орган со сложной характеристикой, повторяющей границу области устойчивости. Возникает задача аппроксимации границы устойчивости. Аппроксимацию границы области устойчивости предлагается выполнить графически, вписывая ломаную линию в кривую. Погрешность аппроксимации уменьшается при увеличении числа отрезков ломаной линии. Числу отрезков аппроксимирующей прямой должно соответствовать число реагирующих органов.

На рис.3 граница области устойчивости аппроксимирована пятью отрезками.

Пример трехмашинной схемы "звезды" показан на листе 2 рис.4 Рассмотрим частный случай, когда область рабочих режимов, определенная в координатах мощностей узлов P_1 и P_2, находится в I и II квадранте. Например, в режиме выдачи мощности энергосистемами С1 и С2, энергосистема С3 будет приемной. Тогда, при возникновении аварийного дефицита мощности в энергосистеме С3, происходит увеличение передаваемых мощностей P_1 и P_2 и траектория нарушения режима может выйти за границу устойчивости только во II квадранте.

Аппроксимация границы устойчивости выполнена пятью отрезками. Для записи уравнений аппроксимирующих отрезков необходимо продолжить их до пересечения с осями координат. Тогда уравнение аппроксимирующего отрезка, например, EF имеет вид:

$$\frac{P_1}{P_{1(1)}} + \frac{P_2}{-P_{2(1)}} = I, \qquad \text{где} \quad (8)$$

P_1, P_2 – текущие значения мощности, передаваемой по связям;

$P_{1(1)}$, $P_{2(1)}$ – точки пересечения аппроксимирующей прямой с осями координат.

После преобразования уравнения (8) уравнение аппроксимирующей прямой будет:

$$P_1 - \frac{P_{1(1)}}{P_{2(1)}} \cdot P_2 = P_{1(1)} \qquad (9)$$

13778 тм/1 л 15/57

Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | 13778тм

ал.I

Характеристика срабатывания устройства фиксации статической перегрузки должна быть отстроена от аппроксимирующей прямой в соответствии с формулой (9):

$$P_1 - \frac{P_{1(1)}}{P_{2(1)}} \cdot P_2 = \frac{P_{1(1)}}{K_П \cdot K_Н \cdot K_Ч} \quad .$$

Характеристика срабатывания показана на рис. 4 отрезком $E'F'$.

Условие срабатывания устройства фиксации статической перегрузки:

$$P_1 - \frac{P_{1(1)}}{P_{2(1)}} \cdot P_2 \geq \frac{P_{1(1)}}{K_П \cdot K_Н \cdot K_Ч} \quad .$$

В общем виде условие срабатывания можно представить так:

$$P_1 - K_1 P_2 \geq P_{с.у.1} \quad , \text{ где} \qquad (IO)$$

$$P_{с.у.1} = \frac{P_{1(1)}}{K_П \cdot K_Н \cdot K_Ч} \quad ; \quad K_1 = \frac{P_{1(1)}}{P_{2(1)}}$$

K_1 – коэффициент наклона отрезка EF .

Аналогично строятся остальные четыре отрезка характеристики срабатывания устройства фиксации статической перегрузки.

На рис.2 листа 2 показана двухмашинная схема сети с переменным промежуточным отбором мощности. Зависимость $P_Н = f(P_1)$ имеет характерные точки. Точка L соответствует работе нагрузки в режиме холостого хода, а точка O – в режиме короткого замыкания. Имеет смысл рассматривать лишь часть характеристики между точками L M, соответствующую области устойчивости работы нагрузки. Эта зона может быть аппроксимирована одним отрезком.

При перетоке мощности от энергосистемы C1 к энергосистеме C2, получим:

$$P_2 = P_1 - P_Н \quad ,$$

тогда зависимость $P_Н = f(P_1)$ легко перестраивается в координаты P_1 и P_2 .

Аналогично получаем зависимость $P_1 = f(P_2)$ при обратном перетоке мощности.

13778тм/1 , 16/57

эл.I

Использование для фиксации перегрузки мощностей по линиям вместо мощности отбора определяется удобством замеров мощности в конкретной схеме сети.

3.3. Выбор параметров срабатывания устройства фиксации динамической перегрузки для двухмашинных схем сети.

Устройство фиксации динамической перегрузки предназначено для фиксации выхода переходного процесса при аварийном небалансе мощности за границу области устойчивости. В задачу пускового органа входит ступенчатое измерение тяжести возмущения.

Пусковой орган может быть использован в схеме, которую для данного переходного процесса можно эквивалентировать двухмашинной.

Для определенности под небалансом мощности будет подразумеваться дефицит мощности (Рдеф.).

Для выбора параметров срабатывания устройства фиксации динамической перегрузки надо определить значения максимального расчетного дефицита и предполагаемый диапазон передаваемых мощностей, в котором требуется работа устройства. С учетом вероятности возникновения возмущения в "Руководящих указаниях по устойчивости энергосистем" за расчетный максимальный аварийный небаланс принимается "отключение части генераторов электростанций, связанное с погашением одной секции (системы) шин или РУ одного напряжения суммарной мощностью не более 50% мощности электростанций".

Для выбора диапазона передаваемых мощностей, в котором работает устройство, надо определить:

- передаваемую мощность, ниже которой максимальный расчетный дефицит мощности не опасен, т.е. мощность ввода (P_1^I) устройства (путем расчетов переходных электромеханических процессов при максимальном расчетном небалансе);

- допустимый режим по условию статической устойчивости P_3^I (путем расчета областей предельных режимов по условию статической устойчивости).

Исходные данные для выбора параметров настройки устройства должны быть получены по результатам расчетов электромеханических переходных процессов в допустимом, планируемом режимах и в режиме, передаваемая мощность в котором близка к мощности ввода устройства. Расчеты выполняются в следующем порядке.

ал.I

Для каждого из перечисленных выше режимов определяется величина граничного по условию динамической устойчивости дефицита мощности Рдеф.гр. Под граничным дефицитом мощности понимается наибольшее значение аварийного небаланса мощности, при котором еще не происходит нарушение устойчивости в данном исходном режиме (P^I). На основании полученных данных строится зависимость Рдеф.гр.$= f(P^I)$, показанная на рис. 2 листа 3 (характеристика I). Характеристика I является границей области динамической устойчивости. Область, которая расположена ниже характеристики I, характеризуется значениями аварийных небалансов мощности, меньшими граничных дефицитов мощности. Область, которая расположена выше характеристикиI, соответствует дефицитам, вызывающим нарушение устойчивости. Область дефицитов, для которых выбирается объем управляющих воздействий, ограничивается значениями максимальных расчетных дефицитов (характеристики 2,3).

Если устройство фиксации перегрузки имеет только одну ступень то она должна надежно срабатывать при граничных дефицитах мощности. Для повышения точности фиксации небаланса мощности можно использовать еще одну ступень, и тогда она должна быть расположена в области, ограниченной снизу характеристикой I и сверху характеристиками 2,3. Целесообразность использования второй ступени зависит от возможности отстройки ее от характеристики срабатывания первой ступени. Выбор характеристики срабатывания второй ступени целесообразно выполнить так, чтобы в области наиболее вероятных режимов она фиксировала увеличение аварийного небаланса на величину, равную половине возможного приращения дефицита мощности.

На листе 3 рис.2 приведен пример выбора характеристик срабатывания устройства фиксации динамической перегрузки. Верхней границей срабатывания первой ступени является граница устойчивости (характеристика I). Характеристика I является отображением характеристики срабатывания I ступени фиксации динамической перегрузки в плоскости (P^I, $P_{деф.}$). На оси ординат отложены значения максимальных расчетных дефицитов мощности Рдеф.макс.I, Рдеф.макс.2 для исходных режимов (больших и меньших планируемого P^I_2). В заштрихованной области, опасной с точки зрения динамической устойчивости, проведена характеристика 4, отображающая характеристику срабатывания второй ступени на плоскости (P^I , $P_{деф.}$).

ал.I

Эта характеристика построена по двум точкам,

$$\left[(P_{пр}^{ст}, 0);\ (P_к^I;\ \frac{P_{деф.макс\ I} - P_{деф.гр}(P_к^I)}{2})\right].$$

Значение $P_к^I$ берется в диапазоне наиболее вероятных режимов, если этот диапазон входит в область работы устройства. В противном случае предлагается брать такой исходный режим, который был близок к нормальному рабочему режиму.

Вторая ступень реагирует на аварийные дефициты мощности, начиная с дефицитов Рдеф.П, в n раз превосходящих граничные, где

$$n = \frac{I}{2}\left[I + \frac{P_{деф.макс\ I}}{P_{деф.гр}(P_к^I)}\right].$$

Для каждого из упомянутых выше трех или четырех режимов должны быть проведены три расчета:

- при граничном дефиците;
- при дефиците, превышающем в n раз граничный;
- при максимальном расчетном дефиците.

В результате расчетов должны быть получены зависимости $P = f(t)$ и по ним рассчитаны фазовые траектории в координатах (P, P').

При расчете фазовых траекторий значению мощности $P = \frac{P_i + P_{i-1}}{2}$ ставится в соответствие значение производной мощности

$$P' = \frac{P_i - P_{i-1}}{\Delta t},$$

где P_i, P_{i-1} - значения мощности соответственно на i-ом и $(i-I)$-ом шаге расчета переходного процесса,

Δt - шаг расчета переходного процесса.

По рассчитанным фазовым траекториям первого цикла переходного процесса (до первого изменения знака P') строятся характеристики границ областей устойчивости при заданном Рдеф. в плоскости P^I; $P'_{макс}$, где

ал.I

$P'_{макс}$ – максимальная скорость изменения мощности в первом цикле.

На рис.3 листа 3 построены зависимости $P'_{макс} = f(P^I)$ для граничных дефицитов и для дефицитов в n раз превышающих граничные. Полученные зависимости аппроксимируются прямыми линиями вида:

$$P^I + K \cdot P'_{макс} = P^{ст}_{пр} \quad . \qquad (II)$$

Аппроксимация производится графически, причем аппроксимирующая прямая проводится таким образом, чтобы обеспечить наименьшую погрешность в зоне максимальных рабочих режимов. Коэффициент К в выражении (II) определяется по формуле

$$K = \frac{P^{ст.}_{пр}}{P'_{макс(0)}} \quad .$$

Устройство фиксации динамической перегрузки, выполненное в шкафу ШП 2702, имеет три реагирующих органа. Одну из зависимостей $P'_{макс} = f(P^I)$ можно аппроксимировать двумя отрезками. Характеристика срабатывания первой ступени устройства фиксации динамической перегрузки отстраивается от аппроксимирующей прямой, соответствующей граничным дефицитам мощности, характеристика второй ступени – от аппроксимирующей прямой, соответствующей дефицитам, в n раз превышающим граничные.

Если устройство фиксации динамической перегрузки имеет более двух ступеней, то характеристику срабатывания любой из них можно получить при отстройке от соответствующей аппроксимирующей прямой по следующей формуле:

$$\frac{P_{макс}}{\frac{P_{макс\ (0)}}{K_{п2}}} + \frac{P^I}{\frac{P^{ст}_{пр}}{K_{пI}}} = I \ , \qquad (I2)$$

где $K_{пi} = K_ч \cdot K_н \cdot K_п$,

$i = I,2;$

$K_ч$ – коэффициент чувствительности;

$K_н$ – коэффициент надежности;

$K_п$ – коэффициент погрешности.

13778тм | 1 л. 20/57

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

I3778тм

ал.I

В формуле $K_{пI}$ значения коэффициентов не отличаются от приведенных в формуле (2), кроме $K_н = I,I$, а в формуле $K_{п2}$ коэффициенты следующие:

$K_п = I,03$ – коэффициент погрешности,

$K_н = I,3$ – коэффициент надежности, обусловленный неточностями определения максимальной скорости изменения мощности,

$K_ч = I,02$ – коэффициент чувствительности.

Преобразуем уравнение (I2):

$$\frac{P^{ст}_{пр} \cdot K_{п2}}{P_{макс(0)} \cdot K_{п1}} \cdot P'_{макс} + P^{I} = \frac{P^{ст}_{пр}}{K_{пI}} .$$

В общем виде уравнение (I2) имеет следующий вид:

$$K \cdot P'_{макс} + P^{I} = 0,90\ P^{ст}_{пр} , \qquad (I3)$$

где

$$K = \frac{I,I8\ P^{ст}_{пр}}{P_{макс}\ (0)} .$$

3.4. Выбор параметров срабатывания блокирующих органов устройства фиксации динамической перегрузки.

Устройство фиксации перегрузки дополняется блокирующими органами, которые выводят его из действия при переходных процессах, вызванных не небалансами мощности, а другими аварийными возмущениями.

Устройство фиксации перегрузки может излишне сработать при синхронных качаниях и при переходных процессах, связанных с:

- отключением коротких замыканий;
- сбросом мощности;
- отключением реактора;
- форсировкой продольной компенсации;
- включением одной из параллельных линий.

Управляющие воздействия, подаваемые от автоматики, в этом случае могут стать причиной аварии.

ал.I

Рассмотрим первый вид блокировки.

Принцип действия блокирующего органа, реагирующего на сброс мощности, основан на различии характера фазовых траекторий при переходном процессе, соответствующем возникновению небаланса мощности, и траекторий, соответствующих другим возмущениям. При возникновении небаланса мощности фазовые траектории движения системы в первом цикле переходного процесса целиком находятся в полуплоскости:

$$P > P^{I};$$

при отключениях линии, при коротких замыканиях, то есть сбросах мощности фазовые траектории в начале переходного процесса сначала попадают в полуплоскость $P < P^{I}$ и только затем уже переходят в полуплоскость $P > P^{I}$, где их трудно отличить от траекторий при небалансах мощности.

Характеристика срабатывания блокирующего органа по сбросу мощности в координатах P, P^{I} показана на рис.4, листа 3. Характеристика построена для схемы сети с реверсивным перетоком мощности и ее уравнение срабатывания имеет вид:

$$P^{I} - P = P_{с.бл.I} \quad , \qquad (I4)$$

где $P_{с.бл.I}$ - мощность срабатывания первого блокирующего органа.

Величина $P_{с.бл.I}$ выбирается больше амплитуды быстрых (секундных) нерегулярных колебаний мощности в системе. Амплитуда таких колебаний составляет приблизительно 0,25% мощности нагрузки меньшей из связанных энергосистем.

$$P_{с.бл.I} = P_{нк} \cdot K_{п} \cdot K_{н} \quad , \qquad (I5)$$

где $P_{нк}$ - амплитуда быстрых (секундных) нерегулярных колебаний,

$K_{п} = I,03$ - коэффициент погрешности аппаратуры,

$K_{н} = I,2$ - коэффициент надежности,

т.е. $P_{с.бл.I} = P_{нк} \cdot I,2 \cdot I,03 = I,24\ P_{нк}$.

ал.I

Уравнение характеристики срабатывания первого блокирующего органа имеет вид:

$$P^{I} - P = I,24P_{нк} \qquad (I6)$$

Блокировка вводится на время, достаточное для затухания переходного процесса (5-I0с).

При переключениях в сети, сопровождающихся большими положительными значениями скорости изменения мощности (включение одной из параллельных линий, форсировка продольной компенсации, отключение реакторов), возможны излишние срабатывания пусковых органов, поэтому необходимо предусмотреть второй блокирующий орган при фиксации слишком большой скорости изменения мощности. Скорость, при которой осуществляется блокировка, должна превышать скорость изменения мощности при наибольшем возможном небалансе (при максимальном расчетном дефиците при $P^{I}=P_{1}^{I}$).

Характеристика срабатывания блокирующего органа имеет следующий вид:

$$P_{с.бл.2} = P'_{макс}\ (P_{1}^{I})\cdot K_{н}\cdot K_{п}\ , \qquad (I7)$$

где $K_{н} = I,I5$ - коэффициент надежности;

$K_{п} = I,03$ - коэффициент погрешности,

$$P'_{с.бл.2} = P'_{макс}\ (P_{1}^{I})\ I,I5\cdot I,03 = I,I8P'_{макс}\ (P_{1}^{I})\ .$$

Характеристика срабатывания блокирующего органа показана на рис.3 листа 3 и имеет следующий вид:

$$P'_{с.бл.2} = I,I8\cdot P'_{макс}\ . \qquad (I8)$$

Блокировка вводится на время, достаточное для затухания электромагнитных переходных процессов, как правило, не превышающее 0,5-Iс.

ал.I

4. СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ УСТРОЙСТВ ФИКСАЦИИ ПЕРЕГРУЗКИ.

4.I. Структурные схемы устройства фиксации статической перегрузки для двухмашинных схем сети.

На листе 4 показаны варианты структурных схем устройства фиксации статической перегрузки для схем сети, которые можно эквивалентировать двухмашинными.

Для двухмашинной схемы без промежуточного отбора (к ним могут быть отнесены и схемы с постоянным и маломеняющимся отбором мощности), то есть в схемах, характеризующихся одним значением $P_{пр}^{ст}$, предназначено устройство с фиксацией одного значения передаваемой мощности по сечению между двумя энергосистемами. Устройство фиксации статической перегрузки имеет по мощности одну ступень срабатывания, а по времени - две ступени.

Устройство,показанное в варианте I, состоит из: трех однофазных датчиков мощности UWI ÷ UW3, к которым подводятся токи и напряжения фаз линии электропередачи, суммирующего усилителя, напряжение на выходе которого пропорционально трехфазной мощности линии электропередачи, двух реагирующих органов, фиксирующих перегрузку при различных направлениях перетока мощности, и двух элементов выдержки времени общих для обоих направлений перетока. В этом случае направление перегрузки должно определяться по исходному режиму. Три датчика мощности используются для фиксации перегрузки в неполнофазных режимах. Два элемента выдержки времени используются для реализации двух ступеней работы устройства. При срабатывании второй ступени используется полный объем дозировки управляющих воздействий. На основании информации о доаварийном исходном режиме, имеющийся в устройстве АДВ, и сигналов срабатывания ступеней устройства фиксации перегрузки выбираются управляющие воздействия, соответствующие знаку наброса мощности исходного режима. В тех случаях, когда возможно нарушение устойчивости из исходного режима, знак которого противоположен знаку наброса мощности, должны быть использованы отдельные элементы выдержки времени для каждого реагирующего органа, соответствующего знаку наброса.

Все структурные схемы устройств фиксации перегрузки, показанные на листе 4, выполнены с учетом возможного реверса, мощности.

Для схемы сети "треугольника" в варианте 2 возможна установка устройства на приемной подстанции. Это допустимо при наличии нескольких линий, соединяющих приемную подстанцию с каждой из энерго-

эл. I

систем. В этом случае при ремонте любой из линий устройство будет работать правильно, если автоматически или вручную изменить параметры срабатывания.

В вариантах 3÷5 показана различная аппаратурная реализация устройств для двух схем сети. Для одинаковой отстройки от рабочего режима при реверсе контролируемая мощность измеряется устройством с двух сторон от отбора мощности.

При измерении контролируемого значения параметра по сечению в сложных схемах сети часто необходимо выполнить телеизмерение мощности. Пример такой структурной схемы показан в варианте 6.

4.2. Структурные схемы устройства фиксации статической перегрузки для трехмашинных схем сети.

Варианты структурных схем устройства фиксации статической перегрузки для схем сети, которые можно эквивалентировать трехмашинными, показаны на листе 5.

Устройство, показанное в варианте 7, устанавливается в узле нагрузки, так как в этом случае схема 035 требует минимального количества аппаратуры и имеется возможность измерения мощности с двух сторон относительно отбора (см. разд.3.2).

Для схемы сети "треугольник" в варианте 9 устройство должно быть расположено в одном из узлов энергосистем С1 или С2. При таком размещении устройство будет правильно работать при ремонте любой из электропередач ВЛ1÷ВЛ3.

В схемах сети с переменным промежуточным отбором мощности при данном направлении перетока возможно использование одного реагирующего органа в устройстве. Это допустимо, поскольку рабочая зона границы устойчивости для этой схемы близка к линейной.

Для трехмашинных схем сети устройства по вариантам 8,10 и 11 структурных схем фиксации перегрузки могут быть использованы для фиксации перегрузки при одном направлении перетока мощности.

Указанная в заводском описании шкафа ШП2702 возможность перевода реагирующих органов динамической перегрузки на работу с устройством фиксации статической перегрузки схемой шкафа не предусмотрена (см. раздел 5.I). Поэтому типизированы лишь варианты, предназначенные для схем сети, область устойчивости которых расположена в одном из квадрантов и может быть аппроксимирована

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | 13778тм

ал.I

двумя линейными характеристиками, что соответствует количеству реагирующих органов фиксации статической перегрузки.

Устройство фиксации статической перегрузки для сложных схем сети, выполненное в варианте II, дополнено аппаратурой телеизмерения мощности.

4.3. Структурные схемы устройства фиксации динамической перегрузки для двухмашинных схем сети.

На листе 6 показаны варианты структурных схем устройства фиксации динамической перегрузки.

В варианте I2 показана структурная схема устройства для двухмашинной схемы сети без промежуточных отборов мощности. Сигнал, пропорциональный текущему значению мощности по электропередаче P_l, с выхода сумматора подводится к дифференцирующему и инерционному звеньям, проходя через которые он подается на входы реагирующих органов РОI и РО2. На вход блокирующего органа по скорости изменения мощности БОI сигнал поступает с выхода второго дифференцирующего звена. К блокирующему органу по сбросу мощности БО2 подводится сигнал, пропорциональный текущему значению мощности и сигнал с выхода инерционного звена. Сигналы срабатывания РОI и РО2 через элемент запрета подаются к устройству дозировки ПА. Сигналы с блокирующих органов БОI и БО2 через элементы памяти подаются на запрещающий вход элемента запрета и блокируют срабатывание органов РОI и РО2. Элементы памяти запоминают сигналы срабатывания БОI и БО2 на время Δt, через которое подается сигнал съема памяти от элементов выдержки времени, включенных на выходы элементов памяти. Схема предназначена для фиксации динамической перегрузки при заданном направлении перетока мощности по электропередаче.

Структурная схема устройства для двухмашинной схемы сети с постоянным промежуточным отбором мощности показана в варианте I3. В схеме для организации первой или второй ступени устройства можно использовать два реагирующих органа. Тогда при существенной нелинейности границы области устойчивости можно иметь характеристику срабатывания устройства в виде ломаной (см. рис.3, лист 3).

В варианте I4 показана структурная схема устройства для простых схем сети с реверсивным перетоком мощности. Устройство выполнено одноступенчатым. Реагирующие органы РОI и РО2 срабаты-

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | 13778тм

ал.I

вают, соответственно, при прямом и обратном направлении перетока мощности.

Реагирующие органы шкафа ШП2702, фиксирующие статическую перегрузку, имеют в своем составе блоки, которые входят в состав блокирующих органов устройства фиксации динамической перегрузки. В данном варианте для блокировки устройства при реверсе мощности (БОЗи БО4) используются реагирующие органы статической перегрузки.

Устройство фиксации перегрузки по варианту I5 выполнено на базе двух шкафов типа ШП2702. Выполнение данного устройства не вызывает трудностей, однако требуется больший объем аппаратуры.

4.4. Структурная схема устройства фиксации статической и динамической перегрузки.

Для двухмашинной схемы сети на листе 7 показана структурная схема устройства фиксации перегрузки на базе двух шкафов типа ШП2702. Рассматривается реверсивная передача мощности между энергосистемами СI и С2. В данной схеме сети возможно нарушение статической и динамической устойчивости между энергосистемами СI и С2. Устройством замеряется мощность в двух сечениях I и П относительно постоянного отбора мощности. Для получения в месте установки устройства фиксации перегрузки значения мощности по ВЛI используется устройство телемеханики типа УТМ-7 и организуется два взаиморезервируемых канала связи.

Для быстродействующего измерения мощности рекомендуется использовать скорость передачи информации по каналу связи равную 600 Бод. При меньшей скорости передачи допустимость запаздывания следует оценить для каждого конкретного варианта схемы энергосистемы.

Первый шкаф ШП2702 контролирует переток мощности в I сечении P_I и его реагирующие органы настроены на фиксацию перегрузки при перетоке мощности от энергосистемы С2 к энергосистеме СI. Второй шкаф контролирует переток мощности во П сечении $P_П$ и его реагирующие органы настроены на фиксацию перегрузки при перетоке мощности от СI к С2. На структурной схеме устройства показаны элементы схем шкафов, используемые для получения уравнений срабатывания реагирующих органов.

Пример изменения уставок на реагирующих органах устройства выполнен с использованием комплексов телемеханики типа ТК II3.

ал.I

5. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ УСТРОЙСТВ ФИКСАЦИИ ПЕРЕГРУЗКИ.

Разработка принципиальных схем устройств выполнена в соответствии со структурными схемами с учетом следующих требований:

I) минимального количества блоков в схеме устройства;

2) минимально возможного числа пересоединений в схеме шкафа;

3) минимального объема дополнительно используемой аппаратуры;

4) возможность независимой настройки по трактам измерения.

5.I. Принципиальные схемы устройств фиксации статической перегрузки.

На листах 8 ÷ I0 выполнена принципиальная схема устройства варианта I (номера вариантов принципиальных схем устройств соответствуют номерам вариантов структурных схем устройств, приведенных на листах), которое используется в двухмашинной схеме без промежуточного отбора или с постоянным (маломеняющимся) отбором мощности.

Подключение входных измерительных цепей устройства (лист 8) выполнено для схемы сети "треугольник".

Устройство состоит из:

- трех однофазных преобразователей активной мощности 6-EI ÷ ÷ 6-E3, к которым подводятся фазные токи ВЛI и ВЛ3 и фазные напряжения измеряемые в месте установки шкафа;

- суммирующего операционного усилителя 5-E7(AI), напряжение на выходе которого пропорционально трехфазной активной мощности по сечению I;

- инвертирующих операционных усилителей 5-E8(A5) и 4-EI4(A8);

- двух реагирующих органов KV I и KV 2, фиксирующих перегрузку при различных направлениях перетока мощности.

Неиспользуемые входы усилителей A5 и A8 должны быть заземлены.

Для каждого из двух направлений перетока устройство имеет одну ступень по мощности и две ступени по времени.

Реализация на базе одного шкафа ШП2702 схемы по варианту I требует пересоединений между блоками HIII0, BI040 и БI030 реагирующих органов KV I и KV 2.

При прямом направлении перетока и срабатывании блока HIII0 (4-E6) параллельно запускаются два блока выдержек времени на срабатывание BI040 (3-E7 и 4-E8). По истечении выдержки времени

ал.I

I ступени срабатывает выходное реле KL 4, а по истечении выдержки времени II ступени - KL 5.

При существующей схеме соединений между блоками HIII0, BI040 и БI030 (см.функциональную схему шкафа ШП2702 и техническое описание ИТФР.656 456.006 ТО) работа выходного реле KL 4 будет заблокирована сигналом, поступающим из блока контроля К70I. Этот сигнал появится в блоке К70I из-за несоответствия между сигналом на срабатывание выходного реле KL 4 и отсутствием сигнала о работе блока HIII0(3-E5), которое будет зафиксировано в блоке БI030(3-E6).

Работа устройства при обратном перетоке мощности осуществляется аналогично.

В цепи сигнализации шкафа внесены изменения в соответствии со стандартной схемой сигнализации устройств противоаварийной автоматики на ПС. Дополнительно устанавливаются два диода.

На листе I0 показаны цепи изменения уставок реагирующих органов. Использование блоков I-E7 ÷ I-EI0 и I-EI ÷ I-E4 для изменения уставок KV I и KV 2 позволяет уменьшить количество разрывов, выполняемых для отсоединения неиспользуемых цепей.

В цепях контроля от блока К 70I (8-E5) (лист 9) отсоединены цепи элементов, не участвующих в работе данного устройства.

Все элементы шкафа, которые не участвуют в работе схемы устройства, должны быть вынуты из кассет. При этом уменьшается потребление шкафа по цепям питания и исключается ложная работа элементов по неиспользуемым цепям.

На листах I3 ÷ I6 выполнена принципиальная схема устройства варианта 3. Данное устройство состоит из двух шкафов ШП2702, каждый из которых фиксирует перегрузку для одного из направлений перетока мощности P_I или $P_П$.

Схема выполнена аналогично рассмотренному выше варианту I, а использование двух шкафов позволяет реализовать эту схему без пересоединений между блоками реагирующих органов HIII0, BI040 и БI030.

На листах I7 ÷ I9 выполнена принципиальная схема устройства

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№ | I3778тм

ал. I
варианта 4, в которой используется телеизмерение мощности.

Для получения трёхфазного значения мощности по ВЛ3 используются блоки однофазных преобразователей активной мощности 6-EI ÷ 6-E3 (лист I7). Выходные сигналы блоков суммируются операционным усилителем 5-E7 (AI). Далее сигнал, пропорциональный текущему значению мощности P_3, через инвертирующие усилители 5-E8(A5) и 4-EI4 (A8) поступает на вход реагирующего органа KV I.

Неиспользуемые входы усилителей A5 и A8 заземляются.

Информация о значении P_I в восьмиразрядном двоичном коде от приемника УТМ-7 поступает на блоки запоминания кода 3-E9 и 3-EI2. Напряжение, пропорциональное измеряемой мощности P_I, получаемое на выходе цифро-аналогового преобразователя 3-EII, всегда отрицательно.

В блоках запоминания кода не предусмотрен прием знакового разряда телеизмеряемого значения мощности, имеющегося на выходе разъёма приёмника УТМ-7.

Изменение направления перетока мощности по ВЛI фиксируется переключающим контактом выходного реле РПГ-8 приёмника УТМ-7, к которому подключается знаковый разряд от разъема.

Схема подключения информационных разрядов УТМ-7 к ШП2702 выполнена в работе "Схемы применения аппаратуры телемеханики повышенной надёжности УТМ-7 для противоаварийной автоматики", инв.№I2I58тм.

Сигнал, пропорциональный мощности P_I, поступает на вход реагирующего органа KV 2.

Работа реагирующих органов KV I и KV 2 осуществляется аналогично рассмотренному выше варианту I.

В целях телеизмерения мощности (лист I7) и изменения уставок реагирующих органов (лист I9) отсоединяются цепи, не используемые в работе устройства.

Принципиальные схемы вариантов 2,5 ÷ II выполнены аналогично рассмотренным вариантам I и 4. Отличие заключается в более удобном для каждого из них использовании логической схемы шкафа.

В вариантах 7 ÷ II на реагирующих органах KV I и KV 2 реализуются характеристики срабатывания, отстроенные от прямых, аппроксимирующих границу области устойчивости (см.раздел 3.2).

В варианте 9 для получения наклона характеристик срабатывания реагирующих органов KVI, KV2 используется блок управляемого усиления напряжения 2-E8 (KI), который управляется блоком 2-E9 (лист 27):

ал.I

ШП2702 не предусмотрено использование реагирующих органов KV 3 ÷ ÷ KV 5 для более точной настройки устройства фиксации статической перегрузки. В техническом описании шкафа эта возможность указана ошибочно.

5.2. Принципиальные схемы устройств фиксации динамической перегрузки.

На листах 3I ÷ 33 выполнена принципиальная схема устройства варианта I2.

Устройство используется в двухмашинной схеме сети без промежуточного отбора мощности при заданном направлении перетока.

Для получения трехфазного значения мощности по ВЛI используются блоки однофазных преобразователей активной мощности 6-EI ÷ 6-E3 (лист 3I). Выходные сигналы блоков суммируются операционным усилителем 5-E7(AI). На выходе AI имеется напряжение, пропорциональное контролируемому значению мощности P_I, которое через инвертирующий усилитель 5-E8(A5, лист 32) подается на:

- блоки измерения скорости изменения мощности 5-E3 и 5-EI0;
- инерционный операционный усилитель 5-E9(A7).

В результате на входы реагирующих органов подаются значения напряжений, пропорциональные:

для органов динамической перегрузки KV 3 и KV 4 –

$$U_{вх.KV3} \equiv P_1^I + K_1 \cdot P_1' ,$$

$$U_{вх.KV4} \equiv P_1^I + K_2 \cdot P_1' ,$$

где K_I и K_2 – коэффициенты наклона характеристик срабатывания, получаемые на входах реагирующих органов KV 3 и KV 4;

для блокирующего органа по скорости изменения мощности KV 6 –

$$U_{вх.KV6} \equiv P_1'$$

для блокирующего органа по сбросу мощности KV 7 –

$$U_{вх.KV7} \equiv P_1^I - P_1 .$$

Изменения, выполненные в цепях изменения уставок, контроля и сигнализации, аналогичны изменениям в устройствах фиксации статической перегрузки.

13778тм/1 л. 31/57

ал.I

В принципиальных схемах устройства варианта I4 (листы 33,37 и 38) показаны пересоединения между блоками реагирующих органов. Эти пересоединения выполнены для использования в качестве блокирующих органов реагирующих органов KVI и KV2 (лист 38).

Тогда на базе одного шкафа фиксируется перегрузка при реверсивном перетоке мощности.

Выполнение принципиальных схем варианта I3 и I5 аналогично варианту I2.

В варианте I3 (лист 35)характеристика срабатывания первой ступени реализуется на реагирующих органах KV3 и KV4.

5.3. Принципиальная схема устройства фиксации статической и динамической перегрузки.

Принципиальная схема устройства варианта I6 приведена на листах 43 ÷ 48. Принципиальная схема первого шкафа устройства приведена на листах 43 ÷ 45.

Для получения трёхфазного значения мощности по ВЛ2 используются блоки однофазных преобразователей активной мощности 6-EI ÷ 6-E3 (лист 43). Выходные сигналы блоков суммируются операционным усилителем 5-E7 (AI).

Информация о значении P_1 в восьмиразрядном двоичном коде от приемника УТМ-7 поступает на блоки запоминания кода 3-E9 и 3-EI2.

На выходе цифроаналогового преобразователя 3-EII имеется сигнал,пропорциональный текущему значению мощности P_1. Сигнал на выходе 3-EII всегда отрицательный.

В блоках запоминания кода не предусмотрен приём знакового разряда телеизмеряемого значения мощности. Изменение направления перетока мощности по ВЛI фиксируется переключающим контактом выходного реле РПГ-8 приемника УТМ-7, к которому подключается знаковый разряд от разъема приемника. Контакт включает в тракт измерения мощности инвертирующий усилитель 5-EII (A2).

Сигналы, пропорциональные мощностям P_1 и P_2, суммируются операционными усилителями 5-E8 (A5) и 5-E5 (A3) и на их выходах имеем сигнал,пропорциональный контролируемому значению мощности по сечению I (лист 44). Усилитель A3 используется для создания

ал.I

отдельного тракта измерения скорости изменения мощности P_I.

На логической части схемы шкафа реализуются уравнения характеристик срабатывания реагирующих органов KV I ÷ KV 5 и блокирующих органов KV 6, KV 7. Характеристики для выбора параметров срабатывания реагирующих органов устройства показаны на листе 54.

Характеристики построены в первичных значениях измеряемых величин.

В результате на входы реагирующих органов подаются значения напряжений, пропорциональные:

для органов статической перегрузки KV I, KV 2 –

$$U_{вых.A8} \equiv P_I \ ;$$

для органов динамической перегрузки KV 3 ÷ KV 5 –

$$U_{вых.A9} \equiv P_I' + K1 P_I^I \ ,$$

где KI – коэффициент наклона характеристики;

для блокирующего органа по скорости изменения мощности KV 6 –

$$U_{вых.5\text{-}E3} \equiv P_I' \ ;$$

для блокирующего органа по сбросу мощности KV 7

$$U_{вых.A7} \equiv -P_I^I \quad \text{и} \quad U_{вых.A5} \equiv P_I \ .$$

Для получения коэффициента наклона характеристик срабатывания ступеней динамической перегрузки используется блок управляемого усиления напряжения 2-E8 (KI), который управляется блоком 2-E9.

Автоматическое изменение уставок на реагирующих органах KV I ÷ KV 5 и коэффициента наклона характеристик срабатывания KI, реализуемых на реагирующих органах KV I ÷ KV 5, осуществляется от комплексов телемеханики ТК IIЗ (лист 49, 50).

Принципиальные схемы второго шкафа устройства фиксации перегрузки, приведенные на листах 46 ÷ 48, выполняются аналогично.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | I3778тм

ал.I

Приложение I

ШКАФ АВТОМАТИКИ ТИПА ШП 2702.

Функциональная схема шкафа автоматики фиксации мощности и скоростиее изменения ШП 2702 приведена на листах 5I÷53.

С помощью шкафа автоматики ШП2702 осуществляется фиксация текущего значения трехфазной мощности двумя комплектами из трех однофазных блоков измерения активной мощности, каждый из которых через промежуточные трансформаторы тока может включаться на ток двух линий электропередачи. Кроме этого, в шкафу предусмотрена возможность замера мощностей еще двух линий электропередачи, информация о которых поступает по двум резервированным каналам быстродействующего измерения.

Шкаф обеспечивает:

- фиксацию двух ступеней статической перегрузки;
- фиксацию трех уровней скорости изменения мощности, возможных в режимах динамической перегрузки и зависимых от величины исходной мощности;
- фиксацию снижения текущей мощности ниже исходной при качаниях и скорости изменения текущей мощности для блокировки ступеней фиксации перегрузки при возмущениях, не связанных с аварийной перегрузкой.

Измерительные цепи устройства показаны на листе 5I.

Для трехфазного замера мощности по 4-м линиям электропередачи блоки однофазных преобразователей активной мощности 6-EI÷6-E3, 7-EI ÷ 7-E3 типа MI05I (исполнение на частоту 50 Гц)подключаются каждый через промежуточный трансформатор тока (TAI÷TA6) и испытательные блоки (SG I ÷SG4) на токи одноименных фаз двух линий электропередачи, а через испытательные блоки SG5, SG 6 – на фазные напряжения измерительных трансформаторов напряжения линии или шин.

Выходные сигналы каждой трехфазной группы блоков измерения активной мощности суммируются операционными усилителями 5-E7(AI) и 5-EI(A4), напряжение на выходе которых пропорционально текущему значению трехфазной мощности, передаваемой по контролируемым элементам сети.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№

13778тм

ал.I

Информация по каналам телеизмерения в восьмиразрядном двоичном коде поступает на блоки запоминания кода 3-EI9, 3-EI2, 4-EIO и 4-EI3 типа AIIIO. В каждый блок AIIIO поступают сигналы четырех разрядов по двум каналам через оптронные развязки, чем обеспечивается гальваническая развязка аппаратуры шкафа от аппаратуры телеизмерения и кабелей связи. Поступивший по двум каналам код сравнивается в блоках соответствия кодов 3-EIO и 4-EII типа AIIOO. При расхождении кодов более чем на заданное, устанавливаемое неоперативно, число импульсов (I...7) из блоков AIIOO поступает сигнал запрета переноса информации на выход триггеров памяти блоков AIIIO. Перенос информации на выход триггеров памяти осуществляется импульсами, поступающими от генератора блока выбора канала 3-EI3 типа ЭIO5O.

Блок ЭIO5O позволяет выбрать в качестве рабочего любой из двух каналов телеизмерения как дистанционно, так и вручную оперативным персоналом при помощи ключа SAI. В блоке предусмотрена возможность автоматического переключения при неисправности рабочего канала на резервный и блокирование переноса информации при неисправности обоих каналов аппаратуры телеизмерения. Кроме того в блоке предусмотрена возможность разрешения работы по одному каналу при помощи встроенного в блок переключателя и выдача сигнала о несоответствии кодов каналов при неисправности в самом шкафу.

Блоками цифро-аналоговых преобразователей (ЦАП) 3-EII и 4-EI2 типа AIO2 информация преобразуется в аналоговый сигнал, пропорциональный коду, поступившему по рабочему каналу.

С выходов блоков ЦАП сигналы подаются на усилители 5-EII(A2) и 5-E5(A3), каждый из которых может усиливать один или сумму сигналов, поступивших по каналам телеизмерения, в зависимости от положения перемычки на клеммнике кассет. Затем сигналы, пропорциональные текущему значению трехфазной мощности, и сигналы телеизмерения того же сечения суммируются операционными усилителями 5-E8(A5) и 5-E2(A6), показанными на листе 52.

Сигналы на выходе усилителей A5 и A6, пропорциональные мощностям P_I и $P_П$ по контролируемым сечениям, подаются на следующие входы:

I) на входы инерционных операционных усилителей 5-E9(A7) и

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№ | 13778тм

ал.I

2-EI4(AIO) с постоянной времени инерционного звена IOс;

2) на входы блоков формирования напряжения приращения 5-E3, 5-EIO, 5-E4 типа HIIOO;

3) на вход блока управляемого усиления напряжения 2-EIO(K2) типа HII3O.

От управляющей вычислительной машины (УВМ) по нерезервированным каналам телеуправления поступают значения коэффициентов (KI÷K3), которые учитывают наклон характеристик срабатывания реагирующих органов KVI÷KV 5. Эта информация в восьмиразрядном двоичном коде через оптронные развязки поступает на блоки запоминания кода 2-E9, 2-EII, 2-EI3 типа AII2O и далее на блоки управляемого усиления напряжения 2-E8, 2-EIO, 2-EI2.

На усилителе 4-EI4(A8) суммируются сигналы с выхода усилителя A5 (P_I) и с выхода блока K2 (K_2P_{II}). На входы органов статической перегрузки KVI, KV 2 подается напряжение, пропорциональное сумме текущих значений активной мощности в контролируемых сечениях:

$$U_{A8} \equiv P_I + K_2P_{II} \ .$$

Две ступени статической перегрузки KV I, KV 2 реализуются при помощи блоков максимального напряжения 3-E5, 4-E6 типа HIIIO, блоков выдержки времени 3-E7, 4-E8 типа BIO40, в которых используется только выдержка времени на срабатывание, и блоков блокировки 3-E6, 4-E7 типа БIO3O. При срабатывании блоков HIIIO их сигналы через блоки выдержки времени на срабатывание и возврат BIO40 поступают на блоки блокировки БIO3O. Последние: принимают сигнал о срабатывании и выдают его на выходные промежуточные реле KL 4, KL 5 и указательные реле KH4, KH5; имеют связь с блоками контроля шкафа K7OI, KIOI, BIOI, BIO2 по сигналам "Неисправность", "Автоматический контроль", "Блокировка логики"; обеспечивают контроль по скачку напряжения в момент переключения уставки срабатывания органов KV I, KV 2 и блокировку срабатывания органов на заданное время, если уставка задается меньшей входного сигнала по мощности.

Выходной сигнал усилителя 5-E9 (A7), пропорциональный исходной мощности P_I^I, подается на орган блокировки KV 7, где сравнивается с текущим значением мощности P_I . Одновременно сигнал

ал.I
с А7 через блок К1 подается на вход операционного усилителя 2-Е15 (А9), на другие входы которого поступают сигналы с блоков типа НП00 (P_I') и блока К3 (К3 $P_П^I$).

Выходной сигнал усилителя А9 пропорционален сумме сигналов:

$$U_{A9} \equiv K1 \cdot P_I^I + K3 \cdot P_П^I + P_I'$$

Этот сигнал поступает на первые входы блоков максимального напряжения I-Е5, I-Е11, 2-Е6 типа НП10 органов динамической перегрузки КУ 3 ÷ КУ 5. На вторые входы этих органов поступает сигнал с выхода блока 5-Е4 ($P_П'$).

Следовательно, органы динамической перегрузки реагируют на сумму сигналов блока 5-Е4 ($P_П'$) и усилителя А9.

Органы ступеней динамической перегрузки КУ 3 ÷ КУ 5 реализуются при помощи блоков I-Е5, I-Е11, 2-Е6, типа НП10 и блоков блокировки I-Е6, I-Е12, 2-Е7, типа БП30. Блоки НП10 срабатывают при превышении суммой двух входных сигналов заданной уставки. Блоки БП30 и выдают сигнал на срабатывание выходных промежуточных реле

КЛ I ÷ КЛ 3, а также указательных реле КН1 ÷ КН3.

В блоках максимального напряжения НП10 органов КУ I÷ КУ 5 предусмотрено два входа для дистанционного изменения уставки.

Органы КУ 6, КУ 7 выполняют функции блокирующих органов устройства фиксации динамической перегрузки: КУ 6 – по скорости изменения мощности P_I, КУ 7 – по сбросу текущей мощности P_I ниже мощности исходного режима P_I^+.

Блокировка органов динамических ступеней продолжается на время возврата, установленное в блоках выдержки времени 3-Е7, 4-Е8 типа ВП40. Вкачестве измерительного органа ступеней блокировки КУ 6, КУ 7 используются блоки максимального напряжения 3-Е8, 4-Е9 типа НП10.

Автоматический контроль исправности аппаратуры шкафа осуществляется при помощи блоков контроля 8-Е3 типа ВП01, 8-Е4 типа ВП02, 8-Е5 типа К701, 8-Е2 типа КП01. Периодичность автоматического контроля блока КП01 задается. Предусмотрен и ручной контроль. При неисправности любого из блоков, снабженных контролем, происходит проверка всех контролируемых блоков и на время проверки снимается – 24В с обмоток выходных промежуточных реле КЛ I ÷ КЛ 5 и указательных реле КН1 ÷ КН5.

13778тм/1 л 37/57

ал.I

Если сигнал о неисправности существует на входе блоков контроля больше, чем выдержка времени блока BI02, срабатывает реле K4 5 в блоке K70I.

При срабатывании реле K4 5 в блоке контроля K70I или исчезновении напряжения на выходе блоков питания срабатывает указательное реле KH6. При срабатывании любого из указательных реле загорается лампа HAW на передней двери шкафа и выдается сигнал на щит дежурному персоналу.

Все проверки аппаратуры шкафа от блоков контроля K70I, KI0I фиксируются счетчиком импульсов PC, установленным в шкафу.

Цепи автоматического изменения уставки срабатывания органов статической и динамической перегрузки показаны на листе 53. Автоматическое задание уставки при изменении режима осуществляется по сигналам, поступающим по резервированным каналам телеуправления. Преобразование сигналов телеуправления осуществляется аналогично описанному выше преобразованию сигналов телеизмерения мощности.

В шкафу предусмотрена возможность контроля рабочего сигнала, поступающего по каналам телеизмерения и телеуправления, преобразованного в десятичные цифры, при помощи блока цифровой индикации 5-E6, типа УI090.

Ручной выбор контролируемого кода осуществляется переключателем SA3, расположенным на передней двери шкафа.

Организация питания аппаратуры шкафа фиксации перегрузки осуществляется от сети постоянного тока 220В через два преобразовательных блока питания типа БРЭ230I мощностью I00 Вт или от сети гарантированного питания напряжением 220В переменного тока через блок питания выпрямительный 8-EI типа ПI040, в котором напряжение переменного тока выпрямляется, сглаживается и подается через перемычки переключателя SA4 на вход блоков БРЭ230I при включении SA4 в положение " ~ 220В". На выход блока питания (9-EI, 9-E2, 9-E3) включены три стабилизатора напряжения +5В типа П50I, стабилизатор напряжения +I5В типа П502, обеспечивающий питание усилителей напряжением +I5В, а также цепи шкафа на напряжение +24В для питания входных цепей оптронных развязок в блоках AIII0, AII20, связанных с аппа-

ал.I

ратурой телеизмерения и телеуправления. Напряжение +24В гальванически не связано с цепями питания всей остальной аппаратуры. На выходы второго блока питания (IO-EI, IO-E2, IO-E3) включены два стабилизатора напряжения +5В типа П50I, и стабилизатор напряжения -I5В типа П502, а также различные цепи шкафа на напряжение - 24В.

На функциональной схеме шкафа в обозначении какого-либо блока, например 2-EI2, показано:

2 - номер кассеты,

EI2 - номер блока в данной кассете.

Подробное описание работы шкафа дано в техническом описании и инструкции по эксплуатации ИГФР.656.456.006ТО Чебоксарского электроаппаратного завода.

ал.I Приложение 2

П2. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ НАСТРОЙКИ УСТРОЙСТВА ФИКСАЦИИ ПЕРЕГРУЗКИ НА БАЗЕ ШКАФОВ ТИПА ШП 2702.

П2.I. Расчет устройства фиксации статической перегрузки.

Расчет проводится для шкафа I варианта I6 устройства фиксации перегрузки, приведенного на листах 43 ÷ 45.

На входы блоков НIIIO ступеней статической перегрузки КV I, КV 2 поступает сигнал с выхода усилителя А8, определяемый выражением:

$$U_{вх.кv1} = U_{вх.кv2} = U_{вых.A8} = (P_2 \cdot n_{TAi(j)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A5(j)} + U_{тиI} \cdot K_{A2} \cdot K_{A5(2)}) \cdot K_{A8}, \quad (I)$$

где P_2 – трехфазная вторичная мощность по ВЛ2, к трансформаторам тока которой подключены первые первичные обмотки ТАI ÷ ТА3;

$n_{TAi(j)}$ – коэффициенты трансформации ПТТ ТАI÷ТА3 по первым первичным обмоткам. Для шкафа со вторичным номинальным током:

$I_н$= IA $\quad n_{TA}$ = 0,25; 0,5; 0,75; I

$I_н$= 5A $\quad n_{TA}$ = 0,05; 0,I; 0,I5; 0,2

K_p=0,0786(В/Вт) – коэффициент преобразования мощности блоком МI05I;

K_{AI}, K_{A2}, K_{A8} – коэффициенты усиления усилителей АI, А2, А8;

$K_{A5(I)}$, $K_{A5(2)}$ – коэффициенты усиления усилителя А5 по входам I,2;

$U_{тиI}$ – напряжение на выходе устройства ЦАП, преобразующего величину мощности P_1 по ВЛI, поступающую на вход шкафа в 8 разрядном двоичном коде (максимальное значение $U_{ти\ макс}$ = I4В соответствует максимальной первичной мощности, передаваемой по каналу телеизмерения, и максимально возможному числу импульсов – 255).

13778 тм/1 л. 40/57

ал.I

При выборе коэффициентов трансформации ПТТ и коэффициентов усиления усилителей следует учитывать, что напряжение на выходах блоков, входящих в тракт измерения, не должно превышать |I0|В. Вместе с тем целесообразно для повышения точности фиксации и коэффициента возврата иметь сигнал на входе реагирующего органа близкий к максимальной уставке.

Выберем коэффициент трансформации ПТТ и коэффициенты усиления усилителей в рассматриваемом тракте измерения мощности – по сечению I ($P_I = P_1 + P_2$).

В выражении (I) приравниваем нулю второй член, а в первом принимаем значение мощности равным $P^{ст}_{прI}$ (см.лист 54 рис.I).

Тогда, из выражения (I) получим:

$$\frac{P^{ст}_{прI}}{\frac{K_{TA}}{K_{TV}}} \cdot \frac{I0^6}{} \cdot n_{TAi(i)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A5(i)} \cdot K_{A8(i)} = U_{вых.A8\ макс.}, \qquad (2)$$

где $U_{вых.A8\ макс.}$ – максимальное напряжение на выходе усилителя А8 (максимально допустимое значение I0В);

K_{TA} – коэффициент трансформации трансформаторов тока;

K_{TV} – коэффициент трансформации трансформаторов напряжения.

Преобразовав (2) получим:

$$n_{TAi(i)} \cdot K_{AI} \cdot K_{A5(i)} \cdot K_{A8(i)} = \frac{U_{вых.A8\ макс.}}{\frac{P^{ст}_{прI} \cdot I0^6}{K_{TA} \cdot K_{TV}} \cdot K_p} \qquad (3)$$

Предварительно принимаем $n_{TAi(i)} = 0,25 (i_н = IA)$.

Определим произведение коэффициентов усиления усилителей:

$$K_{AI} \cdot K_{A5(i)} \cdot K_{A8(i)} = \frac{I0}{\frac{3000 \cdot I0^6}{\frac{2000}{I} \cdot \frac{500}{0,I}} \cdot 0,0786 \cdot 0,25} = I,696 .$$

13778тм/1 ∧ 41/57

ал.I

Принимаем: $n_{TAi(f)}=0,25$; $K_{AI}=I,33$; $K_{A5(f)}=I,275$, $K_{A8}=I$.

Далее в выражении (I) приравниваем нулю первый член. При расчете тракта телеизмерения мощности принимаем максимально возможное значение мощности ВЛI, поступающее по каналу, равным мощности по этой линии $P^{ст}_{пр\ тиI}$ при достижении предела статической устойчивости электропередачи в целом

$$\frac{I4}{P^{ст}_{пр\ тиI}} \cdot P^{ст}_{прI} \cdot K_{A2} \cdot K_{A5(2)} \cdot K_{A8} = U_{вых.A8\ макс.} \qquad (4)$$

В соответствии с (4) получим:

$$K_{A2} \cdot K_{A5(2)} = \frac{U_{вых.A8\ макс.}}{\frac{I4}{P^{ст}_{пр\ тиI}} \cdot P^{ст}_{прI} \cdot K_{A8}} = \frac{I0}{\frac{I4}{2050} \cdot 3000 \cdot I} = 0,488.$$

Принимаем: $K_{A5(2)} = I$, $K_{A2} = 0,488$.

Характеристика срабатывания реагирующих органов КУ I, КУ 2 на основании формулы 2, приведенной в разделе 3.I, будет иметь вид:

$$U_{ср.КУI,КУ2} = \frac{P^{ст}_{прI}}{K_п \cdot K_н \cdot K_ч} \cdot K_{пер} = 0,90\ P^{ст}_{прI} \cdot K_{пер}$$

$K_п = I,03$ – коэффициент погрешности;

$K_н = I,05$ – коэффициент надежности;

$K_ч = I,02$ – коэффициент чувствительности;

$K_{пер}$ – коэффициент передачи устройства фиксации статической перегрузки шкафа ШП2702.

При принятых значениях коэффициентов шкафа имеем:

$$U_{ср..КУI,КУ2} = 0,90 \cdot \frac{P^{ст}_{прI} \cdot I0^6}{K_{ТА} \cdot K_{ТУ}} \cdot n_{TAi(f)} \cdot K_р \cdot K_{AI} \cdot K_{A5(f)} \cdot K_{A8(f)} =$$

$$= 0,90 \cdot I0 = 9,0\ В.$$

13778 тм/1 л 42/57

ал.I

При принятом положительном направлении мощности от линии к шинам полярность напряжения срабатывания блоков НIII0 реагирующих органов KV I и KV 2 должна быть отрицательной.

П2.2. Расчет устройства фиксации динамической перегрузки

Характеристики срабатывания ступеней устройства фиксации динамической перегрузки, построенные для первичных значений параметров схемы сети, показаны на рис. I листа 54.

На рис. I показаны две возможные зависимости $P'_{макс I} = f(P^I)$ при $P_{деф.П}$, превышающих граничный, имеющие вид характеристик 2 и 2'.

При выполнении второй ступени устройства на основании характеристики 2 используется один реагирующий орган (например KV 3), а на основании характеристики 2' - два реагирующих органа (KV 3 и KV 4).

В рассматриваемом случае характеристики I и 2 параллельны.

На входы блоков НIII0 ступеней динамической перегрузки KV 3, KV 4, KV 5 поступает сигнал с выхода усилителя А9, определяемый выражением:

$$U_{вх.KV3} = U_{вх.KV4} = U_{вх.KV5} = U_{вых.A9} = (P_2 \cdot n_{TAi(i)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A3(i)} + U_{тиI} \cdot K_{A2} \cdot K_{A3(2)}) \cdot K(T_g)_{5-EI0} \cdot t \cdot K_{A9(i)} + (P_2 \cdot n_{TAi(i)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A5(i)} + U_{тиI} \cdot K_{A2} \cdot K_{A5(2)}) \cdot K_{A7} \cdot KI \cdot K_{A9(2)}, \quad (5)$$

где

KI – коэффициент изменения усиления напряжения блоком НII30 (2-E8) (коэффициент, учитывающий наклон характеристик срабатывания), пропорционально двоичному коду, поданному на вход блока АII20(2-E9). Он может изменяться от 0,004 до I с дискретностью в 0,4%;

$K(T_g)_{5-EI0}$ – коэффициент преобразования блока НII00(5-EI0);

t – время, в течение которого выходной сигнал блока НII00 достигает установившегося значения;

$K_{A7}, K_{A3(I,2)}, K_{A9(I,2)}$ – коэффициент усиления усилителя А7 и коэффициенты усиления усилителей А3 и А9 по входам I,2.

13778тм/1 , 43/57

ал.I

Для расчета тракта измерения скорости изменения мощности в выражении (5) следует приравнять нулю все члены выражения кроме первого, тогда:

$$U'_{вых.А9макс.} = P_2 \cdot \Pi_{ТАi(i)} \cdot K_p \cdot K_{АI} \cdot K_{А3(i)} \cdot K(T_g)_{5-EIO} \cdot t \cdot K_{А9(i)}, \quad (6)$$

где

$U'_{вых.А9макс.}$ - максимальное напряжение на выходе усилителя А9 при поступлении на его вход напряжения по тракту скорости изменения мощности.

Функциональная схема блока НII00 показана на рис. I лист 55.

Формула для определения $K(T_g)_{5-EIO}$, полученная при поступлении на вход блока линейно нарастающего сигнала at, имеет вид:

$$K = -\left(\frac{\beta \cdot T_g}{t} - \frac{\beta \cdot T_g \cdot e^{-\frac{t}{T_g}}}{t}\right), \quad \text{где} \quad (7)$$

$$\beta = \frac{R_{oc2}}{R_{вх.2}} .$$

Предварительно выбираем постоянную дифференцирования T_g = 0,0I с. Для получения данного значения $T_g = R_{ocI} \cdot C_{oc}$ необходимо изменить величину C_{oc} усилителя AI (рис.I лист 55).

В схеме блока заданы равными величины сопротивлений $R_{ocI} = R_{oc2} = R_{вхЗ}$.

В установившемся режиме работы, т.е. при поступлении на вход блока постоянного сигнала, напряжение на его выходе равно нулю. Этого можно добиться регулировкой $R_{вхI}$ и $R_{вх2}$ при условии, что $R_{вхI} = R_{вх2}$.

На основании формулы 7 на рис. 2 листа 55 построены зависимости $K(T_g) = f(t)$ при T_g = 0,0Ic и различных величинах входных сопротивлений $R_{вхI} = R_{вх2}$.

Выбор коэффициента усиления блока НII00 определяется установившимся значением выходного сигнала блока при поступлении на его вход линейно нарастающего сигнала. Установившееся значение выходного сигнала должно быть получено за время не более, чем 0,05 с.

ал.I

Для определения расчетного значения К (T_g) необходимо иметь характеристики входного $U_{вх}=f(t)$ и выходного $U_{вых}=f(t)$ сигнала блока НII00.

На рис.2 и 3 листа 54 показаны зависимости $P_I=f(t)$ и $P'_I=f(t)$ полученные по результатам расчета электромеханического переходного процесса из режима $P_I^I = 0$ при дефиците мощности в n - раз превышающем граничный. На характеристике $P'_I=f(t)$ участок, где скорости изменения мощности близки к максимальному значению, аппроксимируется прямой $P'_I = const$. Расчетное значение $P'_I = P'_{макс(0)2} = 2I80$ МВт/с соответствует точке на характеристике 4 рис.I при $P_I^I = 0$. Данное значение P'_I существует в течение времени $t \approx 0,45$ с, которого достаточно для срабатывания устройства фиксации динамической перегрузки.

Скорость изменения напряжения на входе блока НII00 в соответствии с формулой (6):

$$U'_{вх.5-EI0} = P'_I \cdot n_{TAi(1)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A3(1)} = \frac{2I80 \cdot I0^6}{\frac{2000}{I} \cdot \frac{500}{0,I}} \cdot 0,25 \cdot$$

$$\cdot 0,0786 \cdot I,33 \cdot I,275 = 7,264 \text{ (В/с)},$$

где значения $n_{TAi(1)}$, K_p, K_{AI} получены при расчете устройства фиксации статической перегрузки, а значение $K_{A3(1)}$ принято равным $K_{A5(1)}$.

На основании полученного значения $U'_{вх}$ на рис.4, лист 55 построена зависимость I линейно нарастающего входного сигнала блока НII00.

На рис.5 показана зависимость I выходного сигнала блока $U_{вых}=f(t)$. Эта зависимость получена при значениях К (T_g), соответствующих характеристике 2 на рис. 2. Установившееся значение выходного сигнала блока НII00 достигается при $t = 0,04$ с. Такое запаздывание допустимо при измерении скорости изменения мощности.

На основании рассмотренного выше по характеристике 2 принимаем значение К (T_g) = 2,454 для $t = 0,04$с.

Установившееся значение выходного напряжения блока НII00 будет равно:

$$U_{вых.5-EI0} = U_{вх.A9(1)} = U_{вх.5-EI0} \cdot t \cdot K(T_g)_{5-EI0} =$$

$$= 7,264 \cdot 0,04 \cdot 2,454 = 0,7I3 \text{ В}.$$

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№ | I3778тм

ал.I

Максимальное выходное напряжение усилителя А9 для рассматриваемого тракта измерения скорости изменения мощности (6) при данном коэффициенте наклона К = 0,63I характеристики 4 на рис.I лист 54 определяется уравнением:

$$U'_{вых.А9} + 0{,}63I\,U^{I}_{вых.А9} = 6{,}3I \text{ (В)},$$

где $U^{I}_{вых.А9}$ – напряжение на выходе усилителя А9 при поступлении на его вход напряжения по тракту измерения исходного значения мощности.

При $U'_{вых.А9}=0$ $\quad U^{I}_{вых.А9макс} = U_{вх.КУ3,КУ4} = I0$ (В),

при $U^{I}_{вых.А9}=0$ $\quad U'_{вых.А9макс} = U_{вх.КУ3,КУ4} = 6{,}307$ (В).

Тогда коэффициент усиления усилителя А9:

$$K_{А9(I)} = \frac{U_{вых.А9макс}}{U_{вх.А9(I)}} = \frac{6{,}3I}{0{,}7I3} = 8{,}85 .$$

Максимально допустимое значение коэффициента усиления $K_{А9(I)}$ по условию согласования с выходной нагрузкой предыдущего усилителя (блок 5-Е10) равно I0. Для этого необходимо иметь входное сопротивление 2 КОм, что требует изменения входных элементов усилителя А9.

Выбираем значение $K_{А9(I)} = 5$, тогда

$$U'_{вых.А9макс} = U_{вх.А9(I)} \cdot K_{А9(I)} = 0{,}7I3 \cdot 5 = 3{,}565\text{В}.$$

Определим коэффициент изменения усиления напряжения КI блока НIIЗ0 (2-Е8) и коэффициенты усиления усилителей $K_{А7}$ и $K_{А9(2)}$ в тракте измерения исходного значения мощности, приравнивая нулю все члены выражения 5 кроме третьего

$$P_2 \cdot \Pi_{ТАi(I)} \cdot K_р \cdot K_{АI} \cdot K_{А5(I)} \cdot K_{А7} \cdot KI \cdot K_{А9(2)} = U^{I}_{вых.А9макс}. \quad (8)$$

В соответствии с принятым значением $U'_{вых.А9макс}$ при расчете тракта измерения скорости изменения мощности и заданным коэффициентом наклона характеристики 4, значение $U^{I}_{вых.А9макс}$ для рассматриваемого тракта будет составлять 5,65В.

ал.I

Из уравнения характеристики по первичным параметрам

$$P'_I + 0{,}631\,P^I_I = 2180 \text{ (МВт)}$$

получим $P^I_I = 3455$ МВт, что соответствует точке на характеристике 4, при $P'_I = 0$.

Преобразовав выражение 8 получим:

$$K_{A7} \cdot KI \cdot K_{A9(2)} = \frac{U^I_{вых.A9\ макс}}{P^I_I \cdot n_{TAi(1)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A5(1)}} =$$

$$= \frac{5{,}65}{\frac{3455 \cdot 10^6}{\frac{2000}{1} \cdot \frac{500}{0{,}1}} \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}0786 \cdot 1{,}33 \cdot 1{,}275} = 0{,}491 .$$

На инерционном усилителе А7 можно получить коэффициент усиления I или 2. Принимаем значение $K_{A7} = I$. На операционном усилителе А9 принимаем минимальное значение коэффициента усиления $K_{A9(2)} = 0{,}555$.

Тогда для получения заданного наклона аппроксимирующей характеристики принимаем значение KI = 0,885.

Для получения сигнала, пропорционального исходному значению мощности, на инерционном усилителе А7 принимаем постоянную времени преобразования входного сигнала I0с.

В рассматриваемом варианте устройства вторая ступень рассчитывается по характеристике 2', которая аппроксимируется двумя прямыми. Первая аппроксимирующая прямая совпадает с характеристикой 2, а вторая соответствует прямой 5, имеющей коэффициент наклона К = I,09I.

Максимальные значения выходного напряжения на усилителе А9 при расчете устройства по характеристике 5 равны:

$$U'_{вых.A9макс} = P'_I \cdot n_{TAi(1)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A3(1)} \cdot K(T_3)_{5\text{-}EI0} \cdot t \cdot K_{A9(1)} =$$

$$= \frac{2400 \cdot 10^6}{\frac{2000}{1} \cdot \frac{500}{0{,}1}} \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}0786 \cdot 1{,}33 \cdot 1{,}275 \cdot 2{,}454 \cdot 0{,}04 \cdot 5 = 3{,}925 \text{ (В)}$$

– по тракту измерения скорости изменения мощности;

$$U^I_{вых.A9макс} = \frac{3{,}925}{1{,}09I} = 3{,}436 \text{ (В)}$$

13778тм/1 47/57

ел.I.

– по тракту измерения исходного значения мощности.

Полученные значения не превышают допустимого выходного напряжения на усилителе А9.

Значение коэффициента КI (2-Е8) будет равно:

$$KI = \frac{U^{I}_{вых.А9\ макс}}{P^{I}_{I} \cdot n_{TAi(1)} \cdot K_{p} \cdot K_{AI} \cdot K_{A3(1)} \cdot K_{A7} \cdot K_{A9(2)}} =$$

$$= \frac{3,436}{\frac{2200 \cdot 10^{6}}{\frac{2000}{1} \cdot \frac{500}{0,1}} \cdot 0,25 \cdot 0,0786 \cdot 1,33 \cdot 1,275 \cdot 1 \cdot 0,555} = 0,884 .$$

Значения коэффициентов КI поступают на вход шкафа от комплекса телемеханики (например ТК 113).

Учитывая дискретность изменения коэффициентов блоками шкафа равную 4%, принимаем в расчетах по характеристикам 2 и 2' равное значение КI = 0,885.

Выбор коэффициентов преобразования блоков и коэффициентов усиления усилителей для устройства фиксации динамической перегрузки, рассмотренный выше, удобно выполнить при условии, что вся измеряемая величина мощности по сечению I поступает на вход шкафа через трансформаторы тока ТАI ÷ ТА3, хотя такого режима в действительности может не существовать.

При передаче мощности по каналам телемеханики, осуществляемой на скорости 600 Бод, обновление информации на входе телеизмерения шкафа происходит ориентировочно через 20 мс.

В результате этого при измерении скорости изменения мощности блоком НII00 осуществляется измерение ступенчато нарастающего сигнала.

Формула для определения $K\ (T_g)_{5-EI0}$, полученная при поступлении на вход блока постоянного сигнала имеет вид:

$$K = -\beta \cdot e^{-\frac{t}{T_g}} \qquad (9)$$

где $\beta = \frac{R_{ос2}}{R_{вх2}}$

ал.I

На основании формулы 9 и выбранной ранее постоянной дифференцирования T_g = 0,0I с на рис.3 лист 55 построена зависимость $K(T_g) = f(t)$.

При P_I' = 2180 МВт/с величина приращения мощности за 20 мс будет равна:

$$\Delta P_I = 48{,}6 \text{ МВт.}$$

Тогда на входе блока НII00 напряжение равно:

$$\Delta U_{вх.5\text{-}EI0} = \frac{I4}{P^{ст}_{пр\ тиI}} \cdot \Delta P_I \cdot K_{A2(I)} \cdot K_{A3(2)} =$$

$$= \frac{I4}{2050} \cdot 48{,}6 \cdot 0{,}488 \cdot I = 0{,}I45 \text{ В,}$$

где предварительно принимаем $K_{A3(2)} = I$.

На выходе блока НII00 будет пилообразное напряжение, которое показано на рис. 7 листа 55. Зависимость выходного напряжения построена на основании $\Delta U_{вх.5\text{-}EI0}$ и $K(T_g) = f(t)$.

Установившееся среднее значение выходного пилообразного напряжения достигается при $t > 0{,}025$ с. Такое запаздывание допустимо при измерении скорости изменения мощности.

На рис. 7 показано, что значение измеряемого напряжения $U_{вых.5\text{-}EI0} = I$ В . Оно определяется с учетом задержки на срабатывание реагирующих органов КУ 3 ÷ КУ 5, равной 5 мс.

В расчетах, выполненных ранее при измерении линейно нарастающего значения $P' = 2I80$ МВт/с, было получено

$$U_{вых.5\text{-}EI0} = 0{,}7I8 \text{ В.}$$

На основании этого принимаем:

$$K_{A3(2)} = 0{,}7I3.$$

Характеристики срабатывания первой (КУ 5) и второй (КУ 3, КУ 4) ступеней отстраиваются, соответственно, от прямых 3, 4 и 6 (см.рис.I лист 54) и имеют вид:

$$\frac{P'_{макс}}{K_{TA}\ K_T} \cdot K_{перI} + \frac{K_{пI}}{K_{п2}} \cdot \frac{P^I}{K_{TA}\ K_T} \cdot K_{пер2} = U_{срI,II} \quad (I0)$$

13778тм/1 л. 49/57

ал.I

г д е

$K_{пер1}$, $K_{пер2}$ – коэффициенты передачи устройства фиксации динамической перегрузки шкафа ШП 2702, равные

$$K_{пер1} = n_{TAi(i)} \cdot K_р \cdot K_{AI} \cdot K_{A3(i)} \cdot K(T_з)_{5-EI0} \cdot t \cdot K_{A9()} ,$$

$$K_{пер2} = n_{TAi(i)} \cdot K_р \cdot K_{AI} \cdot K_{A5(i)} \cdot K_{A7} \cdot KI \cdot K_{A9(2)} ;$$

$K_{пI}$, $K_{п2}$ – коэффициенты погрешности, в соответствии с разделом 3.3.

$K_{пI} = I,I6$; $K_{п2} = I,37$.

В формуле 9 значения $U_{срI}$ и $U_{срП}$ равны:

$$U_{срIKV5} = \frac{P'_{макс(о)I}}{K_{TA} \cdot K_{TV} \cdot K_{п2}} \cdot K_{пер1} ,$$

где $P'_{макс(о)I}$ – точка на прямой 3 при $P_I^I = 0$,

$$U_{срIKV3} = \frac{P'_{макс(о)2}}{K_{TA} \cdot K_{TV} \cdot K_{п2}} \cdot K_{пер1} ,$$ где

$P'_{макс(о)2}$ – точка на прямой 4 при $P_I^I = 0$,

$$U_{срIKV4} = \frac{P'_{макс(о)3}}{K_{TA} \cdot K_{TV} \cdot K_{п2}} \cdot K_{пер1} ,$$ где

$P'_{макс(о)3}$ – точка на прямой 6 при $P_I^I = 0$.

Для получения наклона характеристик срабатывания при принятых значениях $K_{пI}$, $K_{п2}$ и $K_{пер2}$ необходимо изменить значение KI блока HIIB0 (2-E8).

Уточненное значение коэффициента передачи по тракту измерения исходного значения мощности равно:

$$K_{пер3} = \frac{K_{пI}}{K_{п2}} \cdot K_{пер2} .$$

13778 тм/1 , 50/57

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам. инв.№ | 13778 тм

ал.I

Тогда уточненное значение KI будет равно:

$$KI = \frac{K_{перЗ}}{n_{TAi(i)} \cdot K_p \cdot K_{A5(i)} \cdot K_{A7} \cdot K_{A9(2)}} = 0{,}749 .$$

Значение коэффициента KI может быть получено от устройства телемеханики ТКIIЗ или выставлено персоналом, при этом на шестой разряд должен поступать сигнал логического нуля, а на остальные разряды - логической единицы.

При принятых значениях $K_{перI}$ и $K_{перЗ}$ получим следующие уравнения характеристик срабатывания:

для I ступени устройства (KV 5) -

$$K_{перI} \cdot \frac{P'_{макс}}{K_{TA} \cdot K_{TV}} + K_{перЗ} \cdot \frac{P^I}{K_{TA} \cdot K_{TV}} = 2{,}22 \text{ (В)} ,$$

для II ступени устройства (KV 3)-

$$K_{перI} \cdot \frac{P_{макс}}{K_{TA} \cdot K_{TV}} + K_{перЗ} \cdot \frac{P^I}{K_{TA} \cdot K_{TV}} = 2{,}60 \text{ (В)} ,$$

для II ступени устройства (KV 4)-

$$K_{перI} \cdot \frac{P_{макс}}{K_{TA} \cdot K_{TV}} + K_{перЗ} \cdot \frac{P^I}{K_{TA} \cdot K_{TV}} = 2{,}86 \text{ (В)} ,$$

где

$$K_{перI} = n_{TAi(i)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A3(i)} \cdot K(T_g)_{5-EI0} \cdot t \cdot K_{A9(i)} =$$

$$= 0{,}25 \cdot 0{,}0786 \cdot I{,}33 \cdot I{,}275 \cdot 2{,}454 \cdot 0{,}04 \cdot 5 = 0{,}0I64$$

$$K_{перЗ} = \frac{K_{пI}}{K_{п2}} \cdot n_{TAi(i)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A5(i)} \cdot K_{A7} \cdot KI \cdot K_{A9(2)} =$$

$$= \frac{I{,}I6}{I{,}37} \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}0786 \cdot I{,}33 \cdot I{,}275 \cdot I \cdot 0{,}885 \cdot 0{,}555 =$$

$$= 0{,}0I38 .$$

Полярность напряжения срабатывания блоков HIIIO реагирующих органов KV 3 ÷ KV 5 должна быть положительной.

ал.I

П2.3. Расчет устройства блокировки по сбросу мощности

На входы блока НIIIO (4-Е9) ступени блокировки KV 7 подаются 2 сигнала:

- напряжение $U_{вых.A5}$ положительной полярности при направлении мощности от линии к шинам, пропорциональное текущему значению мощности

$$U_{вых.A5} = P_2 \cdot n_{TAi(i)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A5(i)} + U_{тиI} \cdot K_{A2(i)} \cdot K_{A5(2)} ;$$

- напряжение $U_{вых.A7}$ отрицательной полярности, пропорциональное исходной мощности

$$U_{вых.A7} = (P_2 \cdot n_{TAi(i)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A5(i)} + U_{тиI} \cdot K_{A2(i)} \cdot K_{A5(2)}) \cdot K_{A7} .$$

При данной полярности входных сигналов на KV 7 выбирается отрицательная полярность напряжения срабатывания.

Ступень блокировки KV 7 срабатывает при снижении текущего значения мощности ниже исходной и блокирует ступени динамической перегрузки при разности указанных напряжений, большей заданной

$$-U_{вых.A7} + U_{вых.A5} \leq -U_{с.у.KV7} .$$

В нормальном установившемся режиме работы

$$-U_{вых.A7} = U_{вых.A5} .$$

Величина $U_{с.у.KV7}$ выбирается согласно формуле (I5) данной в разделе 3.4.

$$U_{с.у.KV7} = P_{нк} \cdot K_{пер} \cdot K_п \cdot K_н ,$$ где

$P_{нк}$ - амплитуда быстрых (секундных) нерегулярных колебаний. Для рассматриваемой энергосистемы $P_{нк}$ = 50 МВт;

$K_п$ = I,03 - коэффициент погрешности аппаратуры;

$K_н$ = I,2 - коэффициент надежности;

$K_{пер}$ - коэффициент передачи устройства блокировки шкафа ШП2702. $K_{пер} = n_{TAi(i)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A5(i)}$.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

13778тм

ал.

$$U_{с.у.КУ7} = \frac{50 \cdot 10^6}{\frac{2000}{1} \cdot \frac{500}{0,1}} \cdot 0,25 \cdot 0,0786 \cdot 1,33 \cdot 1,275 \cdot 1,03 \cdot 1,2 =$$

$$= 0,21 \text{ (В)}.$$

Характеристика срабатывания блокирующего органа по сбросу мощности показана на рис. 4, листа 54.

П2.4. Расчет устройства блокировки по скорости изменения мощности.

На вход блока НПП0 (3-Е8) ступени блокировки КУ 6 по скорости изменения мощности подается напряжение с выхода блока НПП00(5-Е3):

$$U_{вых.5-Е3} = (P_2 \cdot n_{TAi(1)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A3(1)} + U_{тиI} \cdot K_{A2(1)} \cdot K_{A3(2)}) \cdot K(T_g)_{5-Е3} \cdot t \quad , \qquad (II)$$

где

$K(T_g)_{5-Е3}$ – коэффициент преобразования блока НПП00 (5-Е3);

t – время, в течение которого выходной сигнал блока НПП00 достигает установившегося значения.

Настройка заданной уставки органа блокировки КУ 6 осуществляется аналогично настройке тракта измерения скорости изменения мощности ступеней динамической перегрузки.

Для расчета ступени блокировки в выражении (II) приравняем нулю второй член выражения:

$$U_{вых.5-Е3} = P_2 \cdot n_{TAi(1)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A3(1)} \cdot K(T_g)_{5-Е3} \cdot t \quad .$$

Скорость изменения входного сигнала блока 5-Е3 при максимальном расчетном дефиците мощности для $P_I^I = 0$ (рис.I лист 54) равна:

$$U'_{вх.5-Е3} = P'_{макс(о)} \cdot n_{TAi(1)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A3(1)} = \frac{2500 \cdot 10^6}{\frac{2000}{1} \cdot \frac{500}{0,1}} \cdot 0,25 \cdot$$

$$\cdot 0,0786 \cdot 1,33 \cdot 1,275 = 8,33 \text{ (В/с)} \quad , \text{где}$$

значения $n_{TAi(1)}$, K_p, K_{AI}, $K_{A3(1)}$ получены при расчете устройства фиксации динамической перегрузки.

На рис.4 лист 55 построена зависимость 2 линейно нарастающего входного сигнала блока 5-Е3.

ал.I

На основании формулы 7 (см.П.2.2.) на рис. 2 листа 55 построена зависимость $K(T_g) = f(t)$ при $T_g = 0{,}005$с и величинах входных сопротивлений блока $R_{вх.I} = R_{вх.2} = 2$ кОм. Для получения данного значения $T_g = R_{ocI} \cdot C_{oc}$ необходимо изменить величину Сос усилителя AI блока 5-Е3.

Принимаем коэффициент преобразования блока НII00 равный 2,454 для $t = 0{,}02$с при установившемся значении выходного сигнала (характеристика 2, рис. 5, лист 55).

Выходное напряжение блока НII00 будет равно:

$$U_{вых.5-Е3} = U'_{вх.5-Е3} \cdot t \cdot K(T_g)_{5-Е3} = 8{,}33 \cdot 0{,}02 \cdot 2{,}454 = 0{,}409(В).$$

Характеристика срабатывания блокирующего органа KV 6 имеет вид:

$$U_{ср.KV6} = K_н \cdot K_п \cdot \frac{P'_{макс}}{n_{тт} \cdot n_{тн}} \cdot K_{пер} ,$$

где $K_н = I{,}I5$ – коэффициент надежности;

$K_п = I{,}08$ – коэффициент погрешности;

$K_{пер}$ – коэффициент передачи устройства блокировки шкафа Ш2702.

При принятых значениях коэффициентов шкафа имеем:

$$U_{ср.KV6} = I{,}I5 \cdot I{,}08 \cdot 0{,}409 = 0{,}484 \text{ (В)}.$$

Блокирующий орган должен быть чувствителен к ступенчатому изменению мощности при переключениях в сети, например, при отключении реакторов или включении параллельной линии, меняющих угловую характеристику мощности. При отключении реактора угловая характеристика меняется на 3-5%, при включении параллельной линии характеристика меняется больше. Поэтому условием проверки чувствительности блокирующего органа выбирается отключение реактора.

Наброс мощности при отключении реактора для рассматриваемого примера принимаем равным 80 МВт. При этом на входе блока НII00 напряжение изменится на:

$$\Delta U_{вх.5-Е3} = \Delta P \cdot n_{ТАi(1)} \cdot K_р \cdot K_{AI} \cdot K_{АЗ(1)} = \frac{80 \cdot I0^6}{\frac{2000}{I} \cdot \frac{500}{0{,}I}} \cdot 0{,}25 \cdot$$

$$\cdot 0{,}0786 \cdot I{,}33 \cdot I{,}275 = 0{,}266 \text{ (В)} .$$

Инв.№подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

ал.I

На основании формулы 9 (см.раздел П2.2) на рис.6 листа 55 построена зависимость выходного сигнала блока НIIOO при скачкообразном изменении напряжения на его входе при отключении реактора.

Время срабатывания блокирующего органа можно принять равным I мс, что определяет работу логической схемы органа. За это время значение коэффициента $K(T_g)_{5-ЕЗ}$ изменится и будет равно 8,2, а значение выходного сигнала составит:

$$U_{вых.5-ЕЗ} = \Delta P \cdot n_{TAi(1)} \cdot K_p \cdot K_{AI} \cdot K_{A3(1)} \cdot K(T_g)_{5-ЕЗ} =$$
$$= 0{,}266 \cdot 8{,}2 = 2{,}I8 \text{ (В)}.$$

Следовательно, устройство блокировки надежно сработает при набросе мощности, вызванном отключением реактора.

Полярность напряжения срабатывания блока НIIIO блокирующего органа KV 6 выбирается отрицательной.

Расчет параметров срабатывания шкафа 2 выполняется аналогично.

ал.I

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ

I. Иофьев Б.И. Автоматическое аварийное управление мощностью энергосистем. М.,Энергия, I974 г.

2. Портной М.Г., Рабинович Р.С. Управление энергосистемами для обеспечения устойчивости. М.,Энергия, I978 г.

3. Беркович М.А., Комаров А.Н., Семенов В.А. Основы автоматики энергосистем - 2-е изд. М., Энергоиздат, I98I г.

4. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. М., Высшая школа, I978 г.

5. Электротехнический справочник под редакцией А.Т.Голована, П.Г.Грудинского, Г.Н.Петрова, А.М.Федосеева и М.Г.Чиликина. М., Госэнергоиздат, I952 г.

6. Руководящие указания по противоаварийной автоматике энергосистем (основные положения). М.,Союзтехэнерго, I987 г.

7. Руководящие указания по устойчивости энергосистем. М., Атомэнергоиздат, I984 г.

8. Глускин И.З., Чекаловец Л.Н. Устройство фиксации аварийной перегрузки линии электропередачи, вызванной небалансом активной мощности "Тр.института Энергосетьпроект". М.,Энергия, I976 г., вып.7.

9. Рекомендации по выбору параметров срабатывания устройства фиксации аварийной перегрузки связи, реагирующего на увеличение передаваемой мощности. Инв.№ I0977тм-тI Энергосетьпроект. М., I983 г.

I0. Устройства противоаварийной автоматики на основе полупроводниковых модулей и блоков. Инв.№ 7913тм-тI. М.,Энергосетьпроект, I975 г.

II. Разработка методов противоаварийного управления многомашинными схемами энергосистем. Инв.№ I0825тм-тI Энергосетьпроект. М., I98I г.

I2. Разработка научно-технических рекомендаций по принципу выполнения и параметрам срабатывания устройств фиксации перегрузки межсистемной связи 500-II50 кВ Казахстан-Сибирь. Инв. № II835тм-тI, т2, т3. М., Энергосетьпроект.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№

I3778тм

13. Разработка принципов выполнения и расчет параметров срабатывания устройства фиксации перегрузки ВЛ 500 кВ Рязанская ГРЭС-ПС Липецкая на этап 1987 г., Инв.№ 11844тм-т1. М., Энергосетьпроект.

14. Шкаф автоматики перегрузки по мощности типа ШП 2702. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ИГФР.656456.006 ТО, ИГФР.656456.006 ТО1 ВНИИР г.Чебоксары, 1983 г.

15. Устройство телемеханики малоканальное УТМ-7. Информационные материалы по применению, 1985 г., Киев, Киевский филиал ЦПКБ ПО Союзэнергоавтоматика, 1985 г.

16. Схемы устройства фиксации перегрузки электропередачи с применением шкафа ШП 2702. Проект. № 11842тм-т1, т2.

Инв.№ подл. | Подпись и дата | Взам.инв.№ | 78тм | 1

gost.e-ecolog.ru