



Государственный комитет  
СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 886130

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 29.11.79 (21) 2843997/24-07

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 30.11.81. Бюллетень № 44

Дата опубликования описания 30.11.81

(51) М. Кл.<sup>3</sup>

H 02 H 7/06  
H 02 H 5/04

(53) УДК 621.  
.316.925  
(088.8)

(72) Авторы  
изобретения

В.И. Новаш, Е.И. Шевцов и Ф.А. Романюк

(71) Заявитель

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени  
политехнический институт

### (54) СПОСОБ ЗАЩИТЫ ОБМОТКИ РОТОРА СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА ОТ ПЕРЕГРУЗКИ ТОКОМ

Изобретение относится к электро-  
технике, а именно к релейной защите  
от ненормальных режимов синхронных  
генераторов, и предназначено для  
предотвращения недопустимого перегре-  
ва обмотки ротора при токовой пере-  
грузке.

В связи с необходимостью предуп-  
реждения повреждения изоляции обмо-  
тки ротора от чрезмерного нагрева ее  
повышенным током для мощных синхрон-  
ных генераторов 100 МВт и выше с не-  
посредственным охлаждением проводни-  
ков обмоток статора и ротора обяза-  
тельна установка автоматически дей-  
ствующей защиты ротора от перегрузки  
его током.

Известен способ защиты обмотки ро-  
тора с независимой выдержкой време-  
ни, реагирующей на напряжение на за-  
жимах ротора  $U_p$ , пропорциональное то-  
ку ротора  $I_p$ . Напряжение срабатыва-  
ния защиты  $U_{сз}$  выбирается исходя из  
такой величины тока ротора, при ко-

торой ликвидация перегрузки персо-  
налом невозможна из-за малого значе-  
ния допустимого времени перегрузки  
(по тепловой характеристике ротора)

5 где  $U_{сз} = K_n I_{pн} R_p$ , (1)  
где  $K_n$  — кратность перегрузки, ко-  
торая выбирается равной  
1,4-1,5;

10  $I_{pн}$  — нормальное значение тока  
возбуждения, А;

$R_p$  — сопротивление обмотки ро-  
тора, Ом.

15 При этом выдержка времени защиты  
выбирается исходя из максимально воз-  
можного перегрузочного значения тока  
ротора [1].

20 Метод является несовершенным в  
своей основе, так как не учитывает  
действительного характера процесса  
нагрева ротора при перегрузке и при-  
водит к излишнему срабатыванию защиты  
при температурах обмотки ротора, зна-  
чительно меньших предельно допусти-  
мой.

Наиболее близким к предлагаемому является способ токовой защиты от перегрузки ротора с интегрально зависимой характеристикой выдержки времени, заключающийся в том, что в процессе работы генератора контролируют ток ротора и, когда ток ротора  $I_p$  превышает некоторое заранее установленное значение  $I_p > I_{pн}$ , начинают отсчет времени и сравнивают его с допустимым временем перегрузки, определяемым по формуле

$$t_{доп} = \frac{B}{I_{xp}^n - 1},$$

где  $B$  — константа, зависящая от типа и параметров генератора, с;

$n=2...4$  — константа, зависящая от диапазона токов ротора;

$I_{xp} = \frac{I_p}{I_{pн}}$  — ток ротора в процессе перегрузки, с.е.

Если время с момента наступления перегрузки превышает величину  $t_{доп}$ , с первой ступенью вырабатывается команда на развозбуждение, со второй — на отключение генератора [2].

Недостатком известного способа является неполное использование перегрузочной способности ротора из-за неучета реального теплового режима обмотки ротора до наступления перегрузки, а также из-за неучета изменения теплоотдачи в окружающую среду с ростом температуры в перегрузочном режиме. Это обстоятельство может привести к преждевременному, а также к излишнему срабатыванию защиты.

Цель изобретения — более полное использование перегрузочной способности ротора.

Поставленная цель достигается тем, что в известном способе осуществляют косвенный контроль температуры обмотки ротора как в исходном режиме до наступления перегрузки, так и в последующем перегрузочном режиме. Причем температуру обмотки ротора в исходном режиме определяют по результатам измерений тока и напряжения ротора, а в режиме перегрузки — по результатам решения дифференциального управления нагрева обмотки ротора в темпе процесса (в реальном масштабе времени) с учетом изменения тока ротора, теплоотдачи и температурного изменения сопротивления обмотки.

Для достижения указанной цели начальную температуру в режиме, непо-

средственно предшествующем перегрузочному режиму, определяют по напряжению на обмотке возбуждения  $U_{po}$  и току в этой обмотке  $I_{po}$  с помощью выражения

$$\theta_0 = \frac{U_{po}}{I_{po} R_{15} d} + 15 - \frac{1}{d}, \quad (2)$$

которое вытекает из известного соотношения

$$R_p(\theta) = R_{15} [1 + d(\theta - 15)], \quad (3)$$

где  $R_p = \frac{U_{po}}{I_{po}}$  — сопротивление обмотки ротора в начальном режиме, Ом;

$d$  — температурный коэффициент,  $\frac{1}{^\circ C}$ ;

$R_{15}$  — сопротивление обмотки ротора при температуре  $15^\circ C$ ,  $^\circ C$ .

После наступления перегрузки, которую фиксируют по превышению током ротора наперед заданного пускового значения (уставки по току), решают совместно в реальном масштабе времени дифференциальное управление нагрева обмотки ротора синхронного генератора.

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{I_p R_p^2(\theta)}{G_c} - \frac{K \cdot S}{G_c} (\theta - \theta_{охл}), \quad (4)$$

где  $C$  — удельная теплоемкость материала обмотки;

$G$  — масса обмотки, кг;

$S$  — площадь поверхности охлаждения обмотки,  $см^2$ ;

$K$  — общий коэффициент теплоотдачи,  $\frac{Вт}{см^2 \cdot ^\circ C}$ ;

$\theta$  — текущее значение температуры обмотки,  $^\circ C$ ;

$\theta_{охл}$  — температура охлаждающей среды,  $^\circ C$ .

и алгебраическое уравнение (3), учитывающее изменение сопротивления обмотки ротора  $R_p(\theta)$  при изменении температуры обмотки в процессе перегрузки. Непосредственно измеряемым параметром в перегрузочном режиме, используемым при решении уравнений (3) и (4), является ток ротора  $I_p$ .

Текущее значение температуры обмотки ротора, полученное в результате решения уравнения (4), сравнивают с заданными значениями (установками по температуре). При достижении температурой обмотки первой уставки производят выдачу команды на развозбуждение генератора, а при достижении предельно допустимого значения температуры — на его отключение.

Предлагаемый способ осуществляется с помощью известных аналоговых или цифровых решающих элементов для создания устройств защиты, выполненных на базе полупроводниковой техники. Возможна также его программная реализация с помощью управляющих цифровых вычислительных машин автоматизированной системы управления технологических процессов электрических станций.

Наличие в описываемом способе контроля температуры в обмотке ротора до наступления перегрузки, ее контроль в перегрузочном режиме с учетом теплоотдачи в окружающую среду, а также учет изменения сопротивления обмотки в зависимости от температуры последней позволяет более полно использовать перегрузочную способность ротора.

#### Формула изобретения

Способ защиты обмотки ротора синхронного генератора от перегрузки током, при котором контролируют ток обмотки возбуждения, сравнивают его с уставкой и формируют выходной сигнал защиты на развозбуждение генератора, отличающийся тем,

что, с целью более полного использования перегрузочной способности ротора, дополнительно измеряют в исходном режиме напряжение на обмотке возбуждения, при достижении током возбуждения значения уставки фиксируют начало перегрузочного режима, а по результатам измерений тока и напряжения обмотки фиксируют начальную температуру обмотки, после превышения током возбуждения значения уставки по результатам периодических или непрерывных измерений тока возбуждения осуществляют косвенный контроль температуры обмотки путем решения в реальном масштабе времени дифференциального уравнения нагрева обмотки ротора с учетом температурного изменения теплоотдачи в окружающую среду и температурного изменения сопротивления обмотки, сравнивают полученное текущее значение температуры с уставками по температуре, при достижении температурой обмотки значений уставок вырабатывают команды на развозбуждение генератора, его отключение.

#### Источники информации,

принятые во внимание при экспертизе

1. Чернобровов Н.В. Релейная защита. М., "Энергия", 1974, с. 511.

2. Там же, с. 510.

Составитель Т. Щеголькова

Редактор Л. Горбунова

Техред Т. Маточка

Корректор А. Дзятко

Заказ 10552/72

Тираж 678

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4