



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

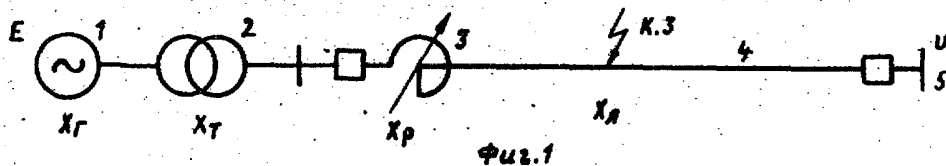
(21) 3347380/24-07
(22) 21.10.81
(46) 30.05.83. Бюл. № 20
(72) Е.В.Калентионюк
(71) Белорусский ордена Трудового
Красного Знамени политехнический ин-
ститут
(53) 621.311.016(088.8)
(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 366528, кл. Н 02 J 3/24, 1970.

2. Электрические системы: Авто-
матизированные системы управления ре-
жимами энергосистем. Под ред. В.А.Ве-
никова. М., "Высшая школа", 1979,
с.386-390.

3. Авторское свидетельство СССР
№ 765589, кл. Н 02 Р 9/04, Н 02 J 3/24,
1978.

(54) (57) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕХОД-
НЫМ ПРОЦЕССОМ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ путем
фиксации аварии, измерения скольже-
ния генератора и мощности турбины,
отличающийся тем, что,

с целью повышения качества переход-
ных процессов и исключения глубоких
и длительных качаний в энергосистеме,
дополнительно измеряют ЭДС генерато-
ра, напряжение приемной системы и
угол между ними, при достижении сколь-
жением нулевого значения реактивное
сопротивление электропередачи увеличи-
вают так, чтобы активная мощность ге-
нератора была больше мощности турби-
ны на заданную величину ΔP , опреде-
ляемую требуемой скоростью возврата
ротора к положению равновесия, точ-
ностью измерений и управления сопроти-
влением электропередачи, затем при
отрицательном скольжении и значении
угла больше 90° , увеличивают, а при
отрицательном скольжении и значении
угла, меньшем 90° , уменьшают сопро-
тивление электропередачи так, чтобы
превышение активной мощностью гене-
ратора мощности турбины поддержива-
лось равным указанному значению ΔP .



Изобретение относится к электро-энергетике и может найти применение в энергосистемах при возникновении коротких замыканий, вызывающих нарушение устойчивости работы электростанций.

Известны способы управления переходным процессом в энергосистеме с применением тормозных нагрузочных сопротивлений, автоматически подключаемых к шинам электростанций, при возникновении коротких замыканий на линиях электропередачи [1] и [2].

Недостатком этих способов является программный характер управления, при котором величина тормозного сопротивления и длительность его включенного состояния определяется заранее и не корректируется по ходу процесса. Из-за неучета фактического характера переходного процесса эффективность торможения может оказаться недостаточной или могут иметь место глубокие качания из-за избыточности воздействия.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому является способ управления переходным процессом путем управления активной мощностью турбогенератора, согласно которому фиксируют возникновение аварии и измеряют скольжение генератора и мощность турбины. В этом способе в процессе управления контролируются параметры переходного процесса [3].

Однако при этом ставится только задача повышения устойчивости. Реализуемый закон управления не обеспечивает максимального гашения качаний, возникающих в результате возмущения и воздействий с целью повышения устойчивости, что является недостатком указанного способа. Возникновение глубоких и длительных колебаний ротора генератора может привести к самораскачиванию и нарушению устойчивости параллельной работы других генераторов в энергосистеме. Следствием колебаний ротора генератора также является снижение качества электроснабжения потребителей, так как при этом имеют место значительные колебания частоты и напряжения.

Цель изобретения - повышение качества переходных процессов, исключение глубоких и длительных качаний в энергосистеме.

Поставленная цель достигается тем, что в способе управления переходным процессом в энергосистеме путем фиксации аварии, измерения скольжения генератора и мощности турбины дополнительно измеряют ЭДС генератора, напряжение приемной сис-

темы и угол между ними, при достижении скольжением нулевого значения реактивное сопротивление электропередачи увеличивают так, чтобы активная мощность генератора была больше мощности турбины на заданную величину ΔP , затем при отрицательном скольжении и значении угла большем 90° увеличивают сопротивление электропередачи и при отрицательном скольжении и значении угла, меньшем 90° , уменьшают сопротивление электропередачи так, чтобы превышение активной мощностью генератора мощности турбины поддерживалось равным указанному значению ΔP . Задаваемая величина ΔP определяется требованиями к качеству переходного процесса (требуемой скоростью возврата ротора к положению равновесия), точностью измерений и управления сопротивлением электропередачи и может приниматься равной порядка $2-5\% P_{ном}$.

На фиг.1 представлена схема электропередачи; на фиг.2 - показан график переходного процесса, возникающего в электропередаче при использовании известного способа; на фиг.3 - график переходного процесса, возникающего в электропередаче при использовании изобретения; на фиг.4 - блок-схема устройства, предназначенного для реализации предлагаемого способа.

Электропередача (фиг.1) состоит из эквивалентного генератора 1, трансформатора 2, управляемого реактора 3 и линии 4, подключенной к шинам приемной энергосистемы 5.

Устройство (фиг.4), реализующее предлагаемый способ, содержит блок 6 фиксации аварии, датчик 7 мощности турбины (не показана), блок 8 умножения ЭДС генератора на напряжение приемной энергосистемы 5 и синус угла ξ между ними, блок 9 суммирования мощности турбины и небаланса мощностей генератора 1 и турбины, блок 10 деления, блок 11 суммирования сопротивлений, выходной блок 12 суммирования, релейный элемент 13, блок 14 управления, орган 15 дифференцирования и блок 16 синуса угла.

Выход блока 7 подключен к входу блока 9. Выход блока 16 подключен к входу блока 8. Выходы блоков 8 и 9 подключены к входам блока 10, выход которого связан с первым входом блока 12, второй вход которого соединен с выходом блока 11, а выход блока 12 через замыкающий контакт релейного элемента 13 связан с блоком 14 управления реактивным сопротивлением электропередачи, Релейный элемент 13, катушке которого подключен выход дифференцирующего органа 15, замыкает

свой контакт при нулевом или отрицательном значении скольжения генератора 1.

Устройство работает следующим образом.

В нормальных условиях работы электропередачи блок 6 фиксации аварии блокирует воздействие устройства (фиг.4) на изменение величины реактивного сопротивления реактора 3 (например, отключает питание устройства).

В аварийной ситуации (например, при отключении и последующем успешном включении линии 4 электропередачи) блок 6 фиксации аварии переводит устройство в рабочее состояние (например подает питание на схему). При этом на выходе блока 12 появляется сигнал, пропорциональный необходимой величине реактивного сопротивления управляемого реактора 3, а на выходе дифференцирующего органа 15 - сигнал, пропорциональный скольжению генератора 1.

Нулевое значение сигнала скольжения приводит к срабатыванию релейного элемента 13, замыкающего свои контакты в цепи входа блока 14, производящего управление величиной реактивного сопротивления реактора 3, в зависимости от сигнала на выходе блока 12.

Дальнейшее изменение величины сопротивления реактора X_p определяется величиной изменения угла δ между векторами ЭДС генератора и приемной энергосистемы 5 и величиной изменения мощности турбины:

$$X_p = \frac{E \dot{U} \sin \delta}{P_T - \Delta P} - (X_T + X_{T'} + X_A),$$

где E , \dot{U} - векторы ЭДС генератора и приемной энергосистемы соответственно;

P_T - механическая мощность турбины;

X_T - реактивное сопротивление генератора;

$X_{T'}$ - реактивное сопротивление трансформатора;

X_A - реактивное сопротивление линии;

$\Delta P \approx$ - величина небаланса мощности генератора и турбины.

Отличие предлагаемого способа управления переходным процессом (фиг.3) от известных (фиг.2) определяется следующим.

При достижении скольжением генератора нулевого значения при угле $\delta_{пр}$ (фиг.2б и 3а) кинетическая энергия ротора генератора, запасенная во время короткого замыкания и бестоковой паузы, будет полностью израсходована. Однако движение ротора не может прекратиться, так как его потенциальная энергия к этому мо-

менту достигла своего максимума и на ротор действует момент, равный разности электрической мощности генератора и турбины. Поскольку этот момент имеет значительную величину, то под его действием ротор возвращается к точке равновесия мощностей турбины и генератора, обладая большой кинетической энергией (фиг.2б), полученной уже при торможении, и процесс преобразования энергии начинается сначала, вновь вызывая длительные по времени и большие по амплитуде качания ротора (фиг.2б). Сопротивление реактора определяется только режимом ограничения токов короткого замыкания, поэтому в начале аварии X_p имеет максимальное значение, а после устранения короткого замыкания при угле δ его величина уменьшается практически до нуля и не оказывает влияния на дальнейшие переходные процессы в энергосистеме.

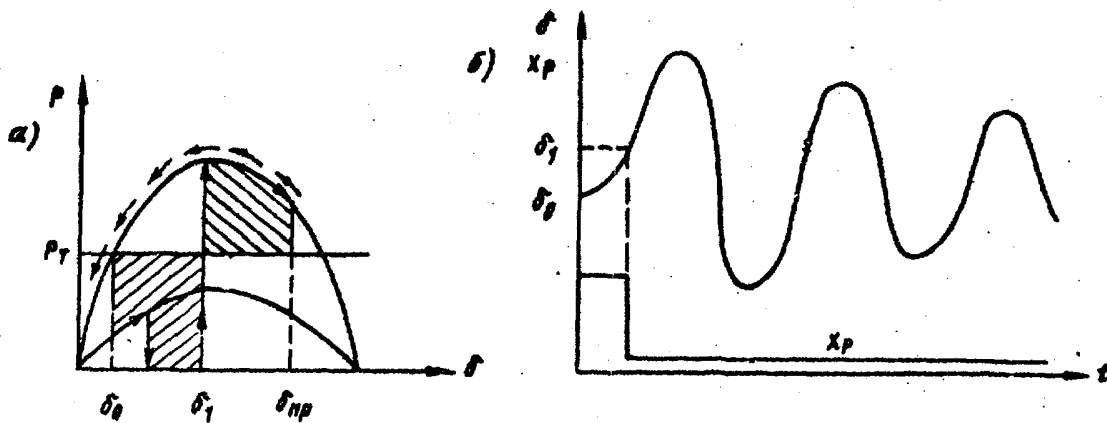
Согласно предлагаемому способу при достижении скольжением генератора величины, равной нулю, резко увеличивают реактивное сопротивление электропередачи, что позволяет в момент времени при угле $\delta_{пр}$, когда кинетическая энергия ротора полностью израсходована (фиг.3а), уменьшить разность между электрической мощностью генератора и механической мощностью турбины до незначительной величины ΔP . Вследствие этого ротор генератора будет тормозиться, что приведет к изменению угла δ и вызовет соответственное изменение активной мощности генератора.

Чтобы избежать возобновления процесса преобразования энергии, вызывающего качание ротора, необходимо во время торможения ротора (скольжение отрицательно) сохранять постоянной незначительную (2-5%) разность между электрической мощностью генератора и механической мощностью турбины. Для этого в зависимости от угловой характеристики генератора по активной мощности, реактивное сопротивление электропередачи необходимо плавно увеличивать, если угол δ больше 90° или плавно уменьшать, если угол δ меньше 90° (фиг.3а). Это позволяет значительно медленнее, почти по экспоненте (фиг.3б), перевести ротор генератора к точке равновесия мощностей турбины и генератора с минимально возможной запасенной кинематической энергией. Тем самым, как амплитуда, так и время качания ротора, значительно уменьшаются.

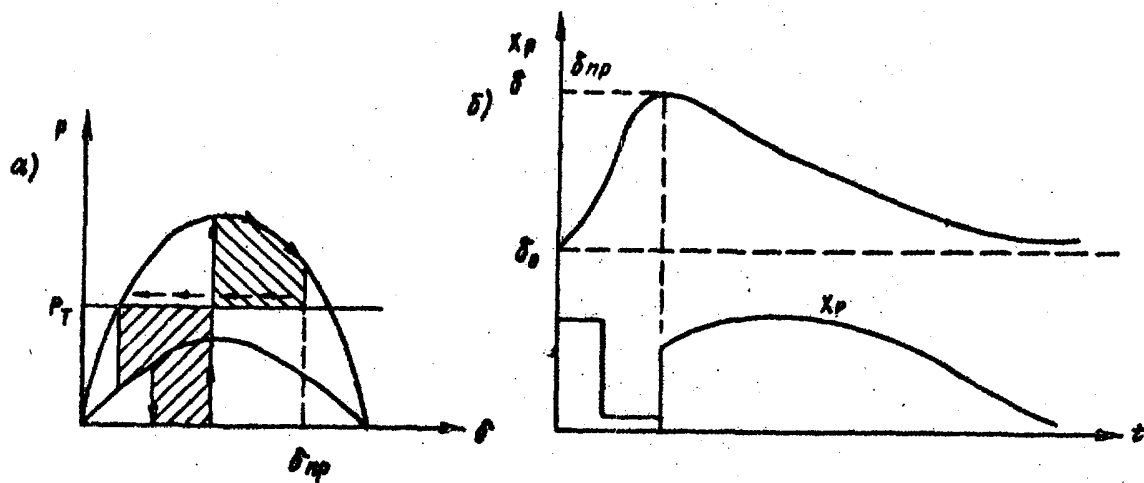
Таким образом, практически отсутствуют глубокие и длительные колебания частоты и напряжения передаваемой энергии, что повышает качество пере-

ходного процесса в энергосистеме и качество энергоснабжения потребителей. Предлагаемый способ управления переходным процессом может применя-

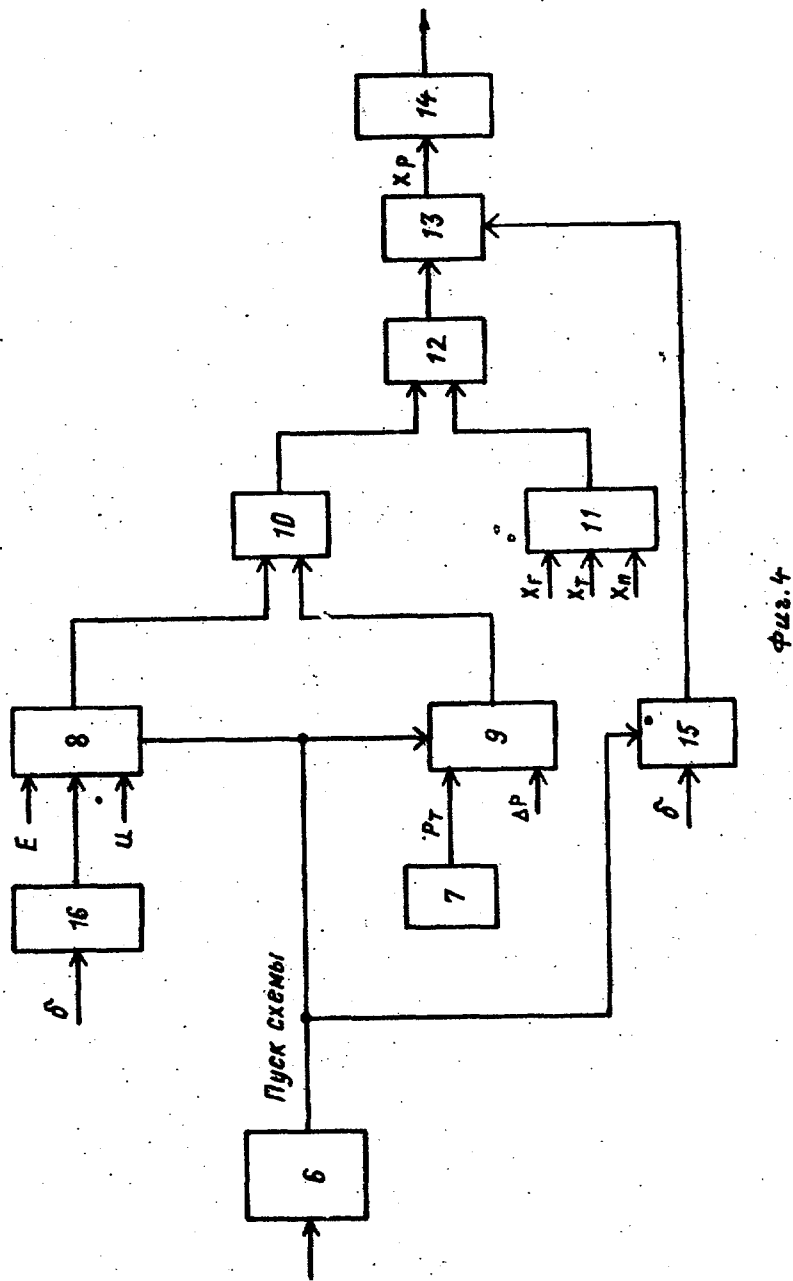
ться как самостоятельно, так и в сочетании с известными способами управления для повышения устойчивости энергосистемы.



Фиг. 2



Фиг. 3



Редактор Е.Попп Составитель К.Фотина Корректор А.Тяско
 Техред М.Тепер

Заказ 3910/46 Тираж 617 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