

УДК 621.316

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ И ВКЛЮЧЕНИЕ НАГРУЗОК
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ. ЧАСТОТНОЕ АПВ
FREQUENCY RECOVERY AND SWITCHING ON CONSUMER
LOADS. FREQUENCY AR**

А.И. Васильева

Научный руководитель – А.А. Волков, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
volkau@bntu.by

A. Vasileva

Supervisor – A. Volkov, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** рассмотрено средство регулирования частоты в виде АЧР, категории АЧР, восстановление частоты и включение потребителей.*

***Abstract:** a means of frequency control in the form of an AR, an AR category, frequency recovery and consumer inclusion are considered.*

***Ключевые слова:** автоматическая аварийная разгрузка по частоте, восстановление частоты, отключение и включение потребителей.*

***Keywords:** automatic emergency unloading by frequency, frequency recovery, disconnection and switching on of consumers.*

Введение

Установившийся режим энергосистемы характеризуется балансом мощностей. При нарушении баланса происходит изменение частоты системы. Если рассогласование мощностей небольшое, то отклонения получаются незначительные и с этим справляются регулирующие станции системы. Длительная работа с пониженной частотой не допустима и если восстановление частоты не может быть достигнуто нормальными средствами регулирования частоты, то прибегают к АЧР- автоматическая аварийная разгрузка по частоте. Это вынужденное мероприятие заключается в отключении потребителей с целью поддержания частоты энергосистемы близкой к номинальной. Должна применяться если все внутренние резервы системы исчерпаны, а частота продолжает снижаться. Пока частота на уровне 49 Гц и выше не следует прибегать к отключению потребителей.

Разгрузить энергосистему означает не опускать частоту ниже 45 Гц и поднять ее до номинального значения. Разгрузка осуществляется с помощью автоматики и называют аварийной частотной разгрузкой. [1]

Основная часть

Различают несколько категорий АЧР:

1) АЧР1 - быстродействующая разгрузка, имеющая различные уставки по частоте, служит для прекращения процесса снижения частоты;

- 2) АЧРП - медленнодействующая разгрузка с близкими по частоте и разными уставками по времени, служит для подъема частоты после действия устройств АЧРІ;
- 3) дополнительная - действующая при больших дефицитах мощности и предназначенная для ускорения отключения потребителей и увеличения объема отключаемой нагрузки. [2]

Граничные уставки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Уставки по времени и частоте

Уставки по	времени		частоте	
	начальная	конечная	верхняя	нижняя
АЧРІ	минимальная (по условиям предотвращения ложной работы реле частоты);		на 0,2 Гц ниже соответствующего верхнего уровня АЧРП;	не ниже 46,5 Гц
АЧРП	5-10 с	60 с	от 48,8 до 48,6 Гц	на 0,3 Гц ниже верхнего уровня
ЧАПВ	10-20 с	Различная исходя из конкретных условий	—	—

АЧРІ нужно для прекращения снижения частоты после возникновения дефицита мощности. При снижении частоты срабатывают очереди разгрузки (1'-6') с более низкими уставками по частоте, а скорость их снижается (рисунок 1). После чего частота становится f_{min} , которая является минимально допустимой. Действие АЧРІ заканчивается. Ступени уставок по частоте очередей АЧРІ могут быть приняты до 0,1 Гц.

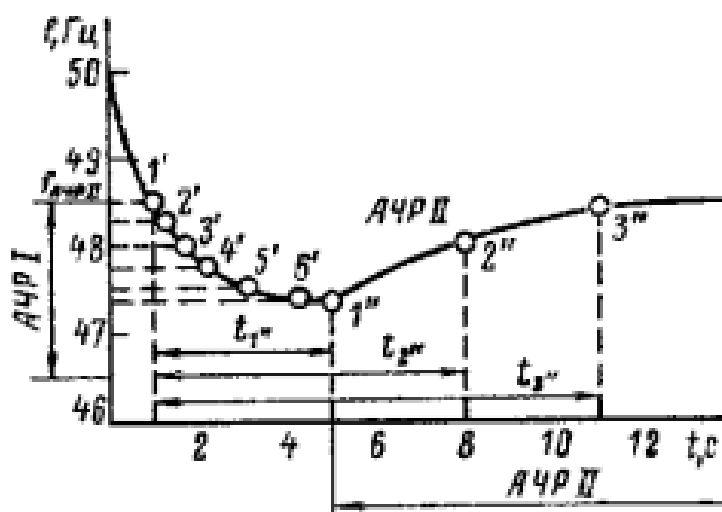


Рисунок 1 – Изменение частоты при действии АЧР

После осуществляется подъем частоты посредством АЧРП, когда глубокое снижение частоты предотвращено. АЧРП начинает действовать при частоте $f_{\text{АЧРП}}$, которое примерно равно верхней уставке АЧР и первая очередь сработает через время t_1 " после запуска, вторая — через время t_2 " и т. д. Подъем частоты происходит по экспоненциальному закону. При быстром снижении частоты АЧРП запускаются примерно одновременно и тогда нужно чтобы срабатывание последующих очередей АЧРП происходило после того, как произойдет восстановление частоты в результате работы предыдущей очереди. Так же количество очередей лучше увеличивать, так как требования к уставкам по времени будут менее жесткими.

Восстановление будет продолжаться до тех пор, пока не будет достигнута уставка возврата очередей АЧРП. То есть частота примерно восстановится до 48,6-49,2 Гц с учетом того, что спецмеры не принимаются. В некоторых энергосистемах после действия в АЧР, чтобы восполнить дефицит мощности используют устройства автоматического включения нагрузки по частоте (ЧАПВ), которые осуществляют обратное включение потребителей [2].

К устройствам ЧАПВ подключаются:

- 1) высокоответственные потребители;
- 2) потребители, которые при возникновении дефицита мощности отключаются первыми;
- 3) потребители, которые включаются вручную и требуют большого времени.

Очередность включения потребителей устройствами ЧАПВ должна быть обратной очередности отключения их устройствами АЧР. В дефицитных энергосистемах, где питание можно восстановить включением межсистемной связи, целесообразно увеличивать число ЧАПВ. Тогда при восстановлении параллельной работы энергосистемы с ОЭС можно автоматически восстановить питание всех отключенных потребителей.

Частота после действия АЧР составляет 49 - 49,2 Гц, а уставки по частоте устройств ЧАПВ должны быть несколько больше, что предотвращает дефицит мощности и можно обратно включать потребителей. Для «сильных» связей (параллельная работа с крупной энергосистемой) диапазон уставок ЧАПВ в интервале 49,2 - 50 Гц, а при восстановлении питания по «слабым» связям диапазон уставок ЧАПВ в интервале 49,8 - 50 Гц.

Последовательность срабатывания осуществляется с помощью уставок по времени для одной уставке по частоте. Если же уставки по частоте различны, то для предоставления заданной последовательности потребители с более высокими уставками по частоте выполняются с большими уставками по времени.

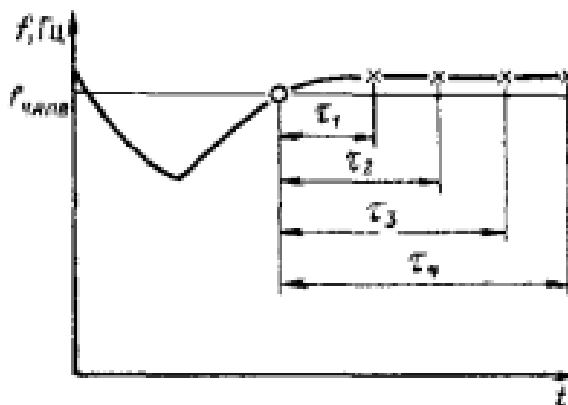


Рисунок 2 – Процесс успешного действия ЧАПВ при ликвидации дефицита мощности

При восстановлении частоты до уставки $f_{\text{ЧАПВ}}$ начинают срабатывать очереди. Первая очередь сработает через время τ_1 , вторая — через τ_2 и т. д. Интервал времени между смежными очередями ЧАПВ составляет не менее 5 с. Он должен превышать время снижения частоты, чтобы исключить срабатывание последующей очереди ЧАПВ, если частота после включения нагрузки повторно стала снижаться. Если τ_1 такое, что обратное включение произошло раньше, чем дефицитный район синхронизировался с энергосистемой, то действие ЧАПВ приведет к повторному снижению частоты, что может привести к развитию аварии.

Заключение

АЧР используется для предотвращения аварий и лавины частоты, который возникает в случае нарушения баланса мощностей. Нужно соблюдать требования к уставкам по времени во избежание аварий.

Литература

1. Павлов Г. М., Меркурьев А. Г. Аварийная частотная разгрузка энергосистем. Издательство Северо-Западный филиал АО «ГВЦ-Энергетики» РАО «ЕЭС России», Санкт-Петербург, 1998.—52 с.
2. Р. С. Рабинович. Автоматическая частотная разгрузка энергосистем /Р. С. Рабинович.— 2-е изд. перераб. и доп. изд.— М: Энергоатомиздат,1989.— 352 с.