УДК 621.311.16

Берг Алексей Юрьевич,
заместитель начальника службы электрических режимов,
филиал АО «СО ЕЭС» Иркутское РДУ,
e-mail: berg_es@mail.ru
Дубицкий Михаил Александрович,
к.т.н. доцент, доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: dubitskii_ma@mail.ru
Ханхасаев Евгений Николаевич,
магистрант кафедры «Электрические станции, сети и системы»,
ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет»,
e-mail: lebron-d@list.ru

ВЛИЯНИЕ ВЫБЕГА ДВИГАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА НАСТРОЙКУ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ

Berg A.Y., Dubitskii M.A., Khankhasaev E.N.

THE IMPACT OF THE COASTING MOTOR LOAD CONFIGURATION FOR EMERGENCY CONTROL

Аннотация. В статье рассмотрено влияние выбега двигательной нагрузки на настройку противоаварийной автоматики.

Ключевые слова: резервы мощности, надежность, мобильность, системы энергетики, электрические станции, противоаварийная автоматика.

Abstract. The article examines the impact of the coasting motor load configuration for emergency control.

Keywords: capacity reserves, reliability, mobility, energy systems, electrical power station, emergency automation.

При выбеге двигательной нагрузки имеют место ложные срабатывания устройств автоматической частотной разгрузки (АЧР-I), например, при отделении без генерации Бодайбинского энергорайона и участка БАМ от ЕЭС России. Фрагмент схемы рассматриваемого района приведен на рисунке 1 [1].

На основе расчетной модели подробной схемы Бодайбинского энергорайона Иркутской области выполнены расчеты переходных процессов и определена скорость снижения частоты. Для зимнего режима суммарная мощность синхронных двигателей в Бодайбинском районе составляет 19,1 МВт. Для летнего режима суммарная мощность синхронных двигателей в Бодайбинском районе составляет 24,1 МВт.

При моделировании учтён состав работающих генераторов на Мамаканской ГЭС. В зимний период в работе на Мамаканской ГЭС находятся 2 гидрогенератора, суммарная генерация составляет 14 МВт (по условию срабатывания водохранилища в зимний период). В летний период на Мамаканской ГЭС в работе 4 гидрогенератора, суммарная мощность составляет 83,5 МВт в соответствии с летним контрольным замером.

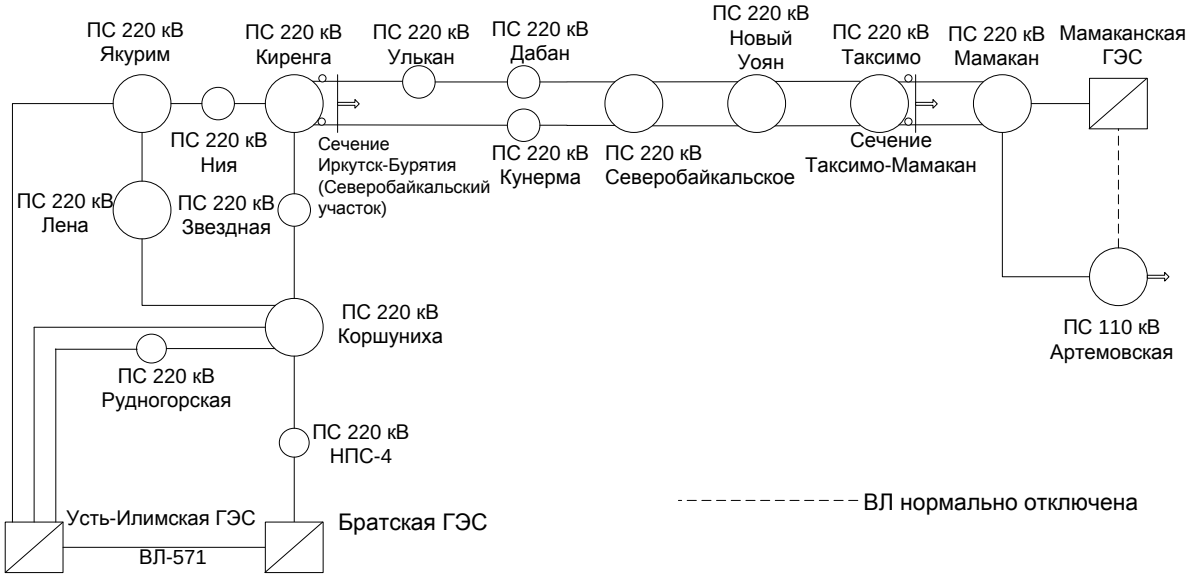

Рисунок 1 – Фрагмент схемы рассматриваемого района

На основе расчетов переходных процессов для зимнего режима определена скорость снижения частоты в выделившемся районе в зависимости от места разрыва по БАМу и в Бодайбинском энергорайоне при перетоке в контролируемом сечении Таксимо-Мамакан, равном 71 МВт к шинам ПС 220 кВ Мамакан.

При увеличении дефицита активной мощности скорость снижения сначала увеличивается, а затем снижается. Данное явление можно объяснить регулирующим эффектом нагрузки. На рисунке 2 показано изменение величины скорости снижения частоты от величины возникающего дефицита активной мощности.

Рисунок 2 – Зависимость скорости снижения частоты от величины дефицита активной мощности

Для летнего режима определена скорость снижения частоты в выделившемся районе в зависимости от места разрыва по БАМу и в Бодайбинском энергорайоне.

Анализ результатов расчетов показывает, что при увеличении дефицита активной мощности скорость снижения частоты только увеличивается (в отличие от зимнего режима, где она снижается). Данное явление можно объяснить тем, что регулирующий эффект нагрузки зависит и от режимных параметров схемы. На рисунке 3 показана зависимость скорости снижения частоты от величины возникающего дефицита активной мощности.

Бодайбинский энергорайон может выделиться с дефицитом активной мощности, превышающим 45%. Поэтому в Бодайбинском энергорайоне на подстанции (ПС) 220 кВ Мамакан реализована дополнительная автоматичнская разгрузка (ДАР). Рассмотрен зимний режим с перетоком в контролируемом сечении Таксимо-Мамакан 38 МВт. Условия срабатывания ДАР в Бодайбинском районе реализованы по факту одновременного отключения ВЛ 220 кВ Таксимо-Мамакан и ВЛ 110 кВ Таксимо-Мамакан с отпайками (только со стороны ПС 220 кВ Мамакан) и по факту сброса активной мощности по ВЛ 220 кВ Таксимо-Мамакан и ВЛ 110 кВ Таксимо-Мамакан с отпайками при контролируемом перетоке (КПР) равном или более 38 МВт. Рассмотрено два варианта: КПР ДАР в сработанном состоянии (переток в контролируемом сечении Таксимо-Мамакан 38 МВт и более) и КПР ДАР в несработанном состоянии (переток в контролируемом сечении Таксимо-Мамакан 38 МВт и менее).

Рисунок 3 – Зависимость скорости снижения частоты от величины дефицита активной мощности

На рисунке 4 показана зависимость скорости снижения частоты от величины возникающего дефицита активной мощности.

Для обеспечения согласованного действия ДАР на ПС 220 кВ Мамакан, устройств АЧР и блокировок АЧР, входящих в зону действия ДАР, необходимо:

– задать уставку ДАР на ПС 220 кВ Мамакан по скорости снижения частоты меньше значения 4,5 Гц/с;

– задать уставку блокировок АЧР по скорости снижения частоты в диапазоне 4,5-18,5 Гц/с (рекомендуемая уставка 5 Гц/с). Тогда в данном диапазоне скорости снижения частоты нагрузка, подключенная к устройствам АЧР, при их блокировке будет отключаться действием ДАР на ПС 220 кВ Мамакан.

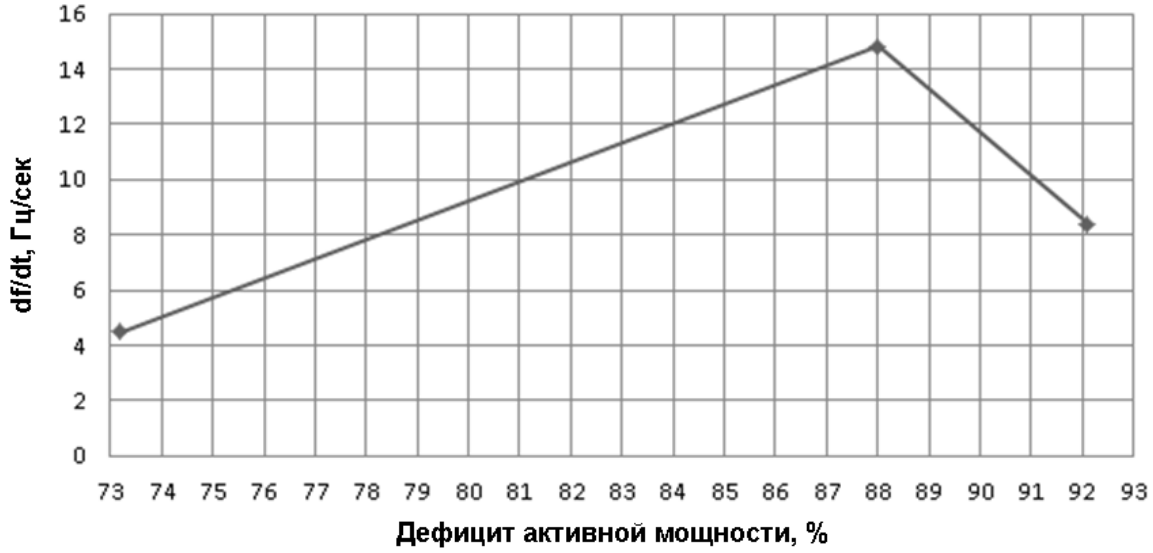

Рисунок 4 – Зависимость скорости снижения частоты от величины дефицита активной мощности при перетоке в контролируемом сечении «Таксимо-Мамакан» – 38 МВт

На рисунке 5 приведен график изменения частоты в выделившемся Бодайбинском энергорайоне с учетом работы АЧР без ДАР.

В связи с тем, что работа ДАР в Бодайбинском энергорайоне должна быть согласованной с блокировкой устройств АЧР при выбеге двигательной нагрузки, настройка ДАР и блокировка АЧР при выбеге двигательной нагрузки должны быть такими, чтобы при срабатывании устройства ДАР происходило блокирование устройств АЧР, и не происходило блокирования устройств АЧР при несрабатывании ДАР.

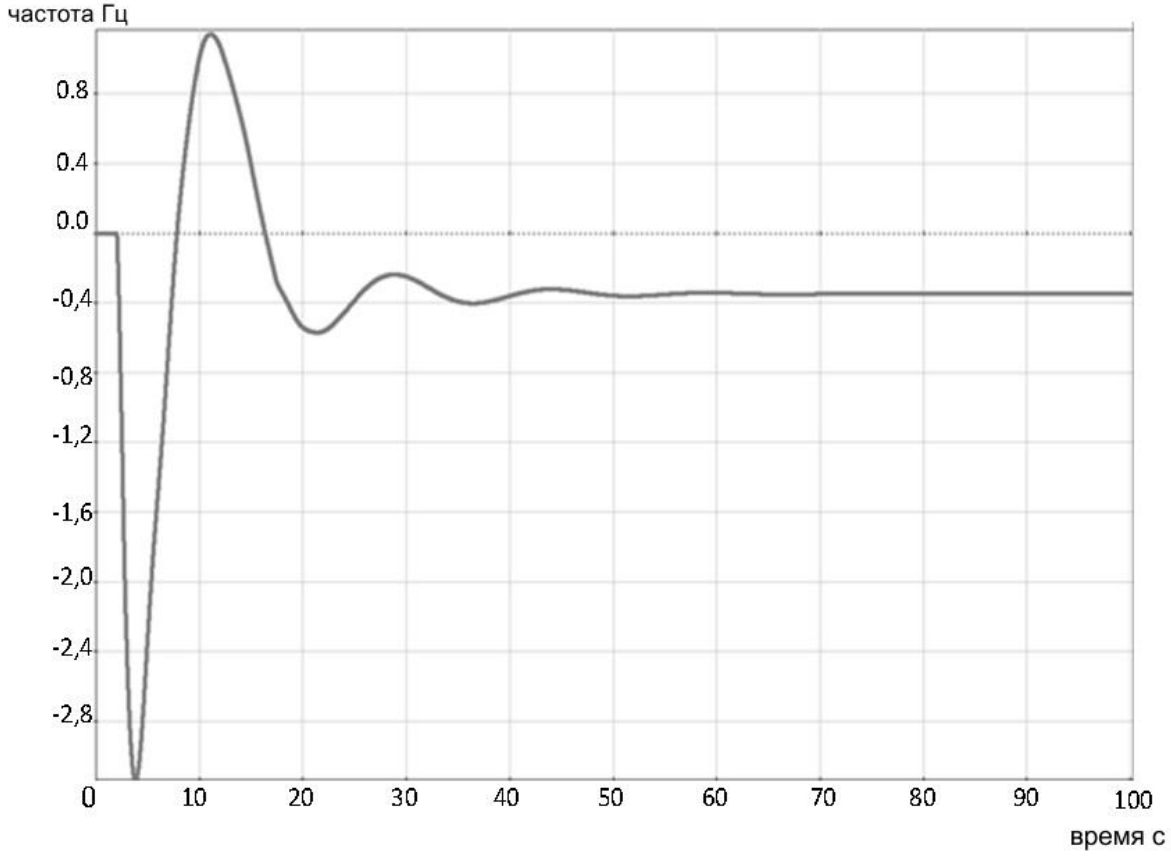

Рисунок 5 – Зимний режим. Работа АЧР без ДАР

Устройства ДАР должны срабатывать (реализовывать свое управляющее воздействие) в начале процесса снижения частоты – до начала работы АЧР-I или в процессе срабатывания ее первых очередей. Поэтому уставка ДАР по скорости снижения частоты принята равной 2,5 Гц/с. С этой уставкой ДАР запустится в момент времени 2,144 с.; управляющее воздействие ДАР будет реализовано по истечению времени 0,232 с. (0,032с – выдержка времени ДАР по скорости снижения частоты + достижение частотой уставки Fmin + 0,04с – работа терминала ДАР МКПА + 0,12 с – время отключения выключателя). Управляющее воздействие в данном случае реализуется в первых очередях АЧР-I. Далее процесс снижения частоты прекращается работой АЧР-I. Уставку Fmin при этом рекомендуется принять равной 49,6 Гц.

На рисунке 6 приведен график изменения частоты с учетом работы ДАР на ПС 220 кВ Мамакан (отключение ВЛ 110 кВ Мамакан-Артемовская на ПС 220 кВ Мамакан от действия ДАР). Динамическое снижение частоты составило 48,47 Гц. Уставка ДАР по скорости снижения частоты принята равной 2,5 Гц/с, что позволяет обеспечить срабатывание ДАР в процессе срабатывания первых очередей АЧР-I.

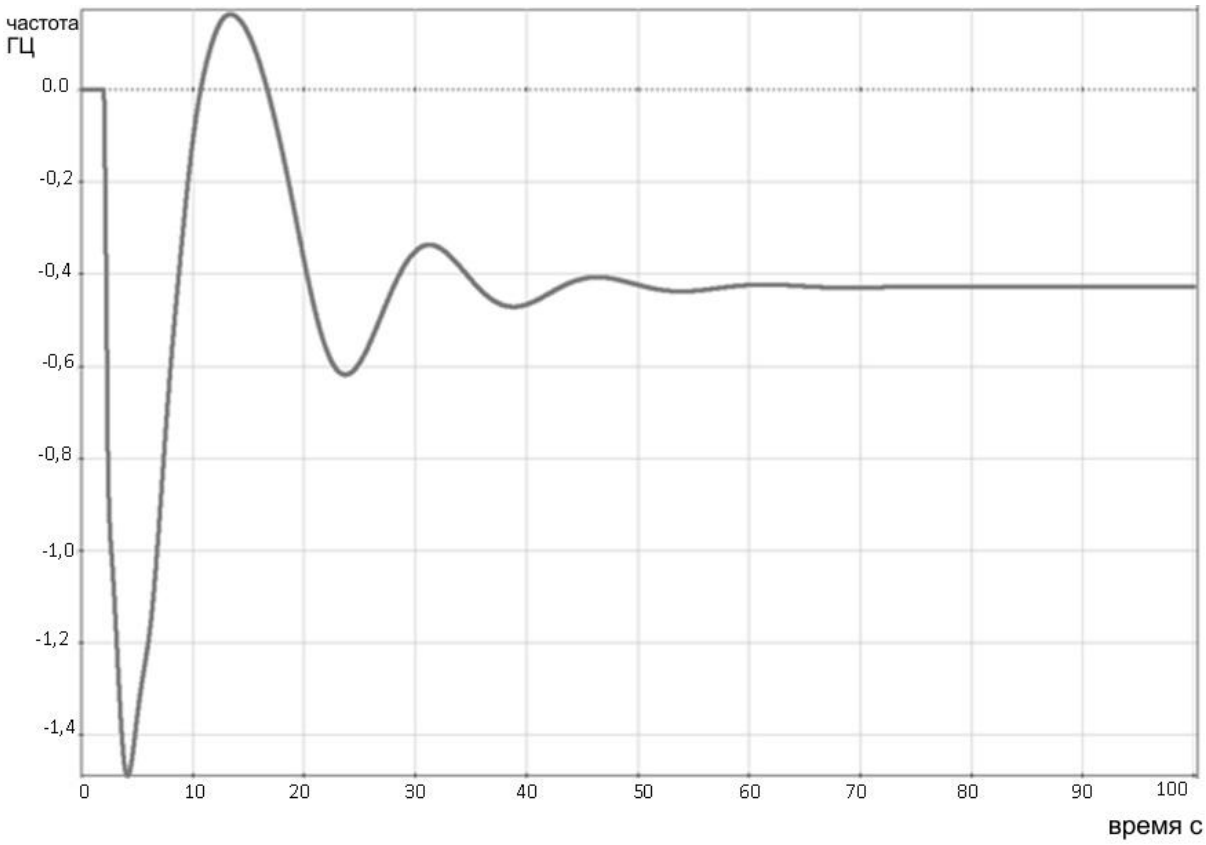

Рисунок 6 – Зимний режим. Работа АЧР с ДАР

В устройстве ДАР в Бодайбинском энергорайоне рекомендуется реализовать пуск по скорости снижения частоты с уставкой 2,5 Гц/с с действием на отключение ВЛ 110 кВ Мамакан-Артемовская на ПС 220 кВ Мамакан.

ДАР должна быть быстродействующей и срабатывать в начале процесса снижения частоты – до начала работы АЧР-I или в процессе срабатывания ее первых очередей. ДАР должна обеспечивать ускоренное отключение заданной мощности энергопринимающих установок потребителей и способствовать уменьшению глубины и скорости снижения частоты. Запуск автоматики осуществляется по факту отключения генерирующих источников, питающих линий, силовых трансформаторов с контролем направления и величины перетоков активной мощности в предшествующем режиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубицкий М.А., Рыкова А.А. Резервы мощности в электроэнергетических системах // Вестник ИрГТУ. – 2014. - № 8. – С. 141-147.