

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА В АВАРИЙНЫХ РЕЖИМАХ, ТРЕБУЮЩИХ НОВЫХ СПОСОБОВ ПРОТИВОАВАРИЙНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Шафигуллин М.И.¹; Лоскутов М.А.¹
¹ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Россия
shafigullin.marat97@gmail.com; loskutov_mikhail@mail.ru
Науч. рук. д.т.н. Корнилов В.Ю.

Рассматриваются особенности работы электроустановок на базе элементов силовой электроники, в частности, частотно-регулируемого электропривода (ЧРП) в аварийных режимах, требующих новых способов противоаварийного управления (ПАУ). Для достижения поставленной цели был проведен анализ действующих нормативных требований к противоаварийной автоматике (ПА) в электрических сетях, а также в энергосистемах содержащих электроустановки потребителей на базе элементов силовой электроники. Предложенный подход позволит начать широкомасштабное внедрение устройств ПА в распределительных сетях, а также в энергосистемах, содержащих электроустановки потребителей на базе элементов силовой электроники, тем самым повысить общую надежность энергосистем.

Ключевые слова: противоаварийное управление, частотно-регулируемый электропривод, отключение нагрузки, превентивное управление.

В соответствии с математическими моделями ЧРП и других электроприемников, выполненных на базе элементов силовой электроники, можно отметить следующие их свойства:

- Отсутствие регулировочного эффекта нагрузки по частоте и напряжению при их изменении в некоем допустимом диапазоне;
- Узкий рабочий диапазон допустимых уровней напряжений (особенно в сторону повышения) на вводах ЧРП (при выходе за допустимый диапазон ЧРП отключаются встроенными защитами).

С позиции электропривода отсутствие зависимости потребляемой мощности от частоты и напряжения в сети является преимуществом. Но для ЭЭС это является проблемой. При глубоком снижении напряжения в сети увеличивается ток нагрузки ЧРП, идет рост потерь реактивной мощности в элементах сети, что приводит к еще большей просадке напряжения в сети. Если доля таких потребителей будет значительной, то это может привести к лавине напряжения и системной аварии в условиях дефицита регулируемых источников реактивной мощности.

Для энергорайонов с преобладающей нагрузкой ЧРП в условиях дефицита быстродействующих регулируемых источников реактивной мощности при отключении нагрузки в одной точке сети происходит скачкообразный рост напряжения на вводах ЧРП в других местах с последующим отключением ЧРП и каскадным развитием системной аварии.

Особенность потребительских электроустановок на базе элементов силовой электроники, в частности ЧРП, заключается в том, что их автоматические системы управления являются быстродействующими, так как управляют полупроводниковыми ключами выпрямителя и инвертора с использованием широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Соответственно, внутренние защиты таких электроустановок (например, ЧРП) срабатывают за доли периода, то есть быстрее устройств релейной защиты (РЗ) и ПА в ЭЭС, и существенно быстрее автоматических регуляторов напряжения, действующих на переключение устройств регулирования под напряжением (РПН) трансформаторов и автотрансформаторов, быстродействие которых исчисляется секундами. В этом принципиальное отличие электроустановок нового типа от традиционной нагрузки, в том числе двигательной.

Существующие сегодня устройства АОСН и АОПН имеют такие уставки по времени и величине напряжения, что отключение потребительских электроустановок на базе элементов силовой электроники, в частности ЧРП, происходит раньше срабатывания устройств ПА, а массовое отключение потребителей в ЭЭС уже является каскадным развитием аварии. Это означает, что традиционная ПА в некотором смысле уже не выполняет возложенные на нее задачи.

Предлагается в энергорайонах с большой долей потребителей на базе силовой электроники создавать централизованные комплексы противоаварийной и режимной автоматики, которые должны решать следующие задачи:

- Осуществлять превентивное управление дискретно управляемыми и плавно регулируемыми источниками реактивной мощности в заранее рассчитанном объеме по факту коммутаций (а не только по факту отклонения напряжения);
- Обеспечивать автоматическую координацию и согласование уставок локальных регуляторов, локальной режимной и противоаварийной автоматики, что позволит более эффективно регулировать напряжение в сети, минимизировать потери за счет оптимизации потоков реактивной мощности в сети, снизить требования к резерву источников реактивной мощности.

Источники

1. N.I. Voropai, V.G. Kurbatsky, D.A. Panasetsky – Preventive and emergency control of intelligent power systems [Электронный ресурс] URL:https://www.researchgate.net/publication/261115163_Preventive_and_emergency_control_of_intelligent_power_systems

Корнилов В. Ю. В. Г.