

Разработка и реализация алгоритма селективной работы устройства автоматики разгрузки при близких коротких замыканиях в сложнозамкнутой электрической сети

В.А. ДЬЯЧКОВ, А.А. КОРНОВ, А.А. ЛИСИЦЫН
ОАО «СО ЕЭС», ОАО «НТЦ ЕЭС»
Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Противоаварийная автоматика, динамическая устойчивость, автоматическая разгрузка при близких и затяжных коротких замыканиях, противоаварийное управление, селективность.

1 ВВЕДЕНИЕ

При близких и затяжных к шинам электростанции или узловой подстанции многофазных коротких замыканиях (КЗ) возникает задача обеспечения динамической устойчивости генерирующего оборудования электростанций. Обеспечение динамической устойчивости генерирующего оборудования электростанций необходимо для сохранения выдачи мощности в энергосистему (без нарушения синхронизма), предотвращения возникновения асинхронного режима (АР), а также нарушения электроснабжения потребителей и погашения электростанции. Кроме того, показатели устойчивости регламентируются «Методическими указаниями по устойчивости энергосистем» [1], требования которых распространяются на всех собственников энергообъектов.

В настоящее время для сохранения устойчивости электростанций при близких КЗ используется одно- или двухступенчатая автоматика разгрузки при близких и затяжных КЗ (АРБЗКЗ). АРБЗКЗ, как правило, действует на отключение генераторов при снижении напряжения прямой последовательности на шинах электростанции ниже уставки срабатывания с заданной выдержкой времени. Вышеприведенный алгоритм работы АРБЗКЗ имеет ряд существенных недостатков, одним из которых является неселективная работа при ряде расчетных условий и возмущений. В докладе рассматривается возможность реализации алгоритма селективной работы устройства АРБЗКЗ в сложнозамкнутой электрической сети.

2 АЛГОРИТМ СЕЛЕКТИВНОЙ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА АВТОМАТИКИ РАЗГРУЗКИ ПРИ БЛИЗКИХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ

В эксплуатации электроэнергетических систем для выбора алгоритма работы устройства АРБЗКЗ используют зависимость предельного времени отключения КЗ от остаточного напряжения прямой последовательности $t_{КЗ}^{пред} = f(U_{locm})$ [1], которая получается путем серии расчетов электромеханических переходных процессов (см. рисунок 1).

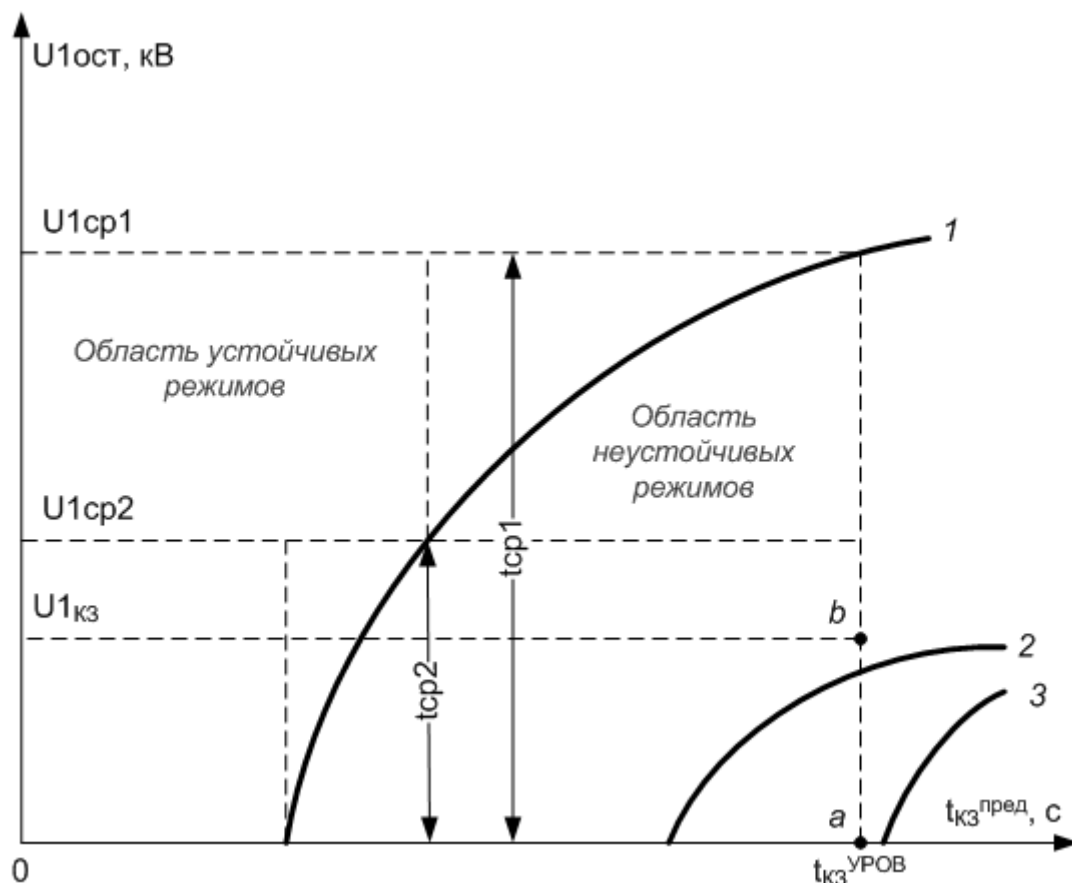


Рис. 1: Зависимость $t_{КЗ}^{пред} = f(U_{1ост})$ для электростанции в случае отключения ВЛ 220 кВ при многофазном КЗ действием УРОВ с отказом одного выключателя: 1 – КЗ на ВЛ 220 кВ №1; 2 – КЗ на ВЛ 220 кВ №2; 3 – КЗ на ВЛ 220 кВ №3

В соответствии с требованиями [1] к необходимости обеспечения динамической устойчивости при нормативных возмущениях, устройство АРБКЗ (АРЗКЗ) должно обеспечивать сохранение динамической устойчивости генерирующего оборудования электростанций при близких и затяжных (вследствие отказа выключателя и действия УРОВ) КЗ.

Как правило, устройства АРБКЗ (АРЗКЗ) выполняют одно- или двухступенчатыми. Пример типового алгоритма работы двухступенчатого устройства АРБКЗ (АРЗКЗ) приведен на рисунке 2.

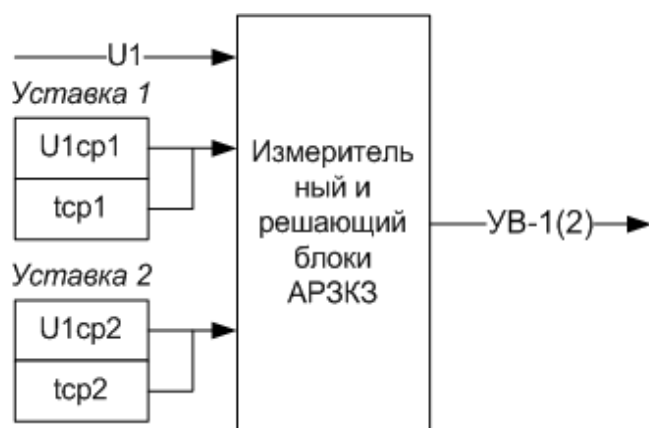


Рис. 2: Структурная схема двухступенчатого устройства АРБКЗ

Используемые в настоящее время алгоритмы работы устройств АРБКЗ (АРЗКЗ) имеют ряд недостатков, которые могут привести к неселективной работе устройств при некоторых расчетных условиях и нормативных возмущениях.

Как уже было отмечено ранее, для выбора настройки устройства АРБКЗ (АРЗКЗ) используется зависимость $t_{КЗ}^{пред} = f(U_{10cm})$. Учитывая существенные временные и ресурсные затраты, требующиеся для проведения расчетов динамической устойчивости генерирующего оборудования электростанций, построение вышеуказанной зависимости часто выполняется только для наиболее тяжелого нормативного возмущения (как правило, нормативные возмущения моделируются на наиболее загруженной ЛЭП). При этом обеспечивается выбор настройки устройства АРБКЗ (АРЗКЗ), обеспечивающей сохранение динамической устойчивости и при всех остальных, менее тяжелых, нормативных возмущениях. Однако в ряде случаев, при возникновении менее тяжелых нормативных возмущений, реализация управляющих воздействий устройства АРБКЗ (АРЗКЗ) будет избыточной.

На рисунке 1 приведены зависимости (кривые 1-3) при моделировании нормативных возмущений на ВЛ напряжением 220 кВ, отходящих от шин электростанции. При отключении ВЛ 220 кВ №2 действием УРОВ при трехфазном КЗ с отказом выключателя и действием УРОВ напряжение на шинах электростанции в момент КЗ будет ниже уставки срабатывания $U_{1КЗ} \leq U_{1ср2}$. В этом случае через заданную выдержку времени $t_{ср2}$ устройство АРБКЗ сформирует сигнал на реализацию управляющих воздействий (УВ-2). При этом, для данного нормативного возмущения динамическая устойчивость генерирующего оборудования электростанции обеспечивается и без применения ПА, так как точка *b* на рисунке 1 находится в области устойчивых режимов, которая находится слева от кривой 2.

Аналогично избыточная работа двухступенчатого устройства АРБКЗ (АРЗКЗ) будет наблюдаться и при отключении ВЛ 220 кВ №3 действием УРОВ при трехфазном КЗ с отказом выключателя, которому соответствует точка *a* на рисунке 1.

В общем случае динамическая устойчивость генерирующего оборудования электростанции зависит от следующих факторов:

1. Места возникновения КЗ.
2. Состава включенного генерирующего оборудования на электростанции;
3. Загрузки генераторов электростанции в доаварийном режиме;
4. Схемы сети в доаварийном режиме (нормальная, ремонтная);
5. Характеристик коммутационного оборудования (тип привода выключателя, время отключения);
6. Времени отключения КЗ (быстродействие устройств РЗ, УРОВ).

Для обеспечения селективной работы устройства АРБКЗ (АРЗКЗ) в сложносвязанной электрической сети его алгоритм должен учитывать большинство из вышеперечисленных факторов. Структурная схема подобного устройства АРБКЗ (АРЗКЗ) представлена на рисунке 3.

Очевидно, что возможные преимущества при этом достигаются исключительно за счет усложнения алгоритма АРБКЗ (АРЗКЗ) ввиду необходимости передачи в устройство доаварийной информации (КПР, топология схемы и др.), использования дополнительных каналов связи, а для выбора параметров срабатывания необходимо выполнение большого объема расчетов. Тем не менее, использование селективного алгоритма АРБКЗ (АРЗКЗ) в сложносвязанной электрической сети обусловлено требованиями исключения избыточных управляющих воздействий на объектах электроэнергетики, что положительно скажется на надежности функционирования энергосистем, в том числе в послеаварийных режимах.

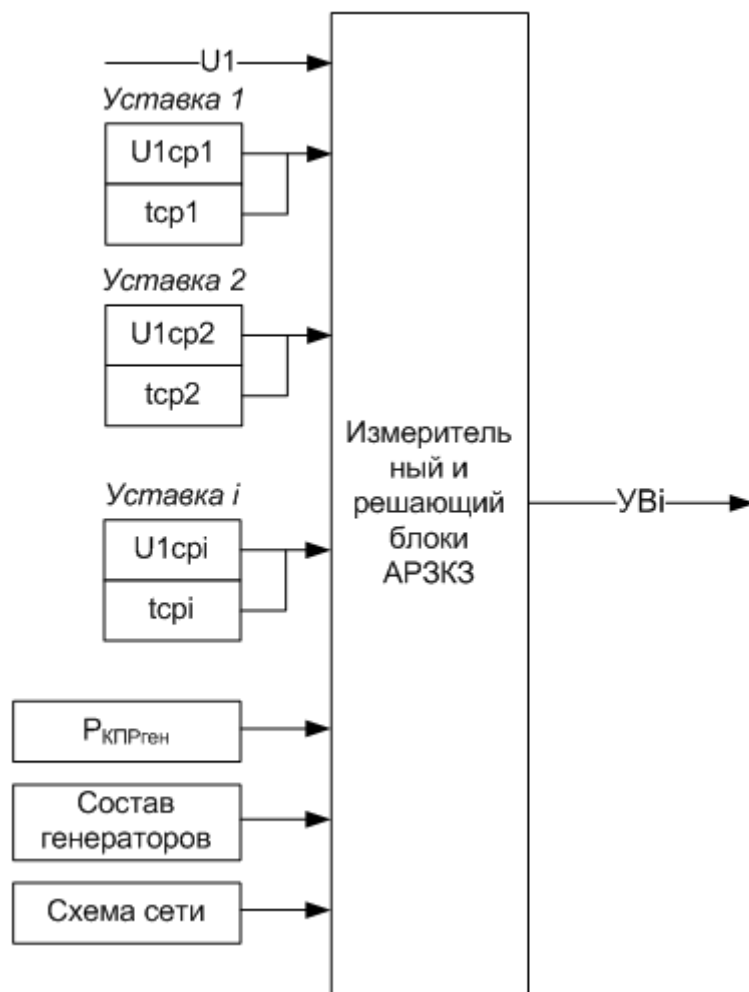


Рис. 3: Структурная схема селективного устройства АРЗКЗ

3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе предложен алгоритм селективной работы устройства автоматики разгрузки при близких коротких замыканиях в сложнзамкнутой электрической сети. Расчетным путем доказано, что его применение приводит к минимизации УВ. Алгоритмы, приведенные в докладе, предложены к реализации на электростанциях ОЭС Юга и ОЭС Урала.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Методические указания по устойчивости энергосистем, утвержденные Приказом Минэнерго России от 30.06.2003 №277.
- [2] Гуревич Ю.Е., Либова Л.Е., Окин А.А. Расчеты устойчивости и противоаварийной автоматики в энергосистемах. М., 1990.