

УДК 621.316.542.9:621.3.038.6

Л.Д. Суров, кандидат технических наук

И.Н. Фомин, инженер

ФГОУ ВПО Орел ГАУ

### КОНТРОЛЬ УСПЕШНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ СЕКЦИОНИРУЮЩИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ В ЛИНИИ КОЛЬЦЕВОЙ СЕТИ

*Рассматривается способ контроля успешного автоматического повторного включения выключателей в секционированной линии кольцевой сети*

**Ключевые слова:** контроль, успешное автоматическое повторное включение.

Как известно, воздушные линии электропередач подвержены природно-климатическим и другим воздействиям, в результате которых возникают короткие замыкания (к.з.). Значительная часть к.з., вызванных перекрытием изоляции и схлестыванием проводов, после отключения самоустраняется. Их принято называть неустойчивыми. Доля неустойчивых повреждений весьма высока и составляет на воздушных линиях разного напряжения 50 – 80% [1]. Поэтому, согласно Правилам устройств электроустановок, обязательно применение автоматического повторного включения (АПВ) на всех воздушных и смешанных (кабельно-воздушных) линиях электропередач напряжением выше 1 кВ [2].

Повторное включение линии, на которой произошло неустойчивое к.з., приводит ее в рабочее состояние, и такое включение называется успешным. Для повторного включения линии электропередачи используются специальные устройства АПВ. По числу включений (кратности действия) различают АПВ однократного действия и АПВ многократного действия.

С целью повышения надежности электроснабжения, линии электропередач и особенно протяженные делят на части (секционируют), между которыми устанавливают выключатели, их называют секционирующими. В нормальном режиме работы эти выключатели включены и приходят в действие – отключаются при возникновении к.з. в линии за местом их установки. И после отключения, если выключатель оборудован устройством АПВ, выключатель включается повторно. При этом включение может быть как успешным (к.з. неустойчивое), так и неуспешным (к.з. устойчивое), когда выключатель после повторного включения снова отключится.

При автоматизации электрических сетей важно знать о положении выключателя (включен или отключен) и совершались ли им действия по восстановлению электроснабжения при возникновении устойчивого или неустойчивого к.з. и такую информацию необходимо получать на подстанции дистанционно.

Предлагается рассмотреть способ контроля АПВ выключателей Q3 и Q5, установленных в линиях кольцевой сети, питающейся от шин двухтрансформаторной подстанции (рис. 1).

Согласно способу в начале линий, отходящих от разных шин трансформаторной подстанции, контролируют появление тока к.з., обусловленного возникновением к.з. в одной из них (например, к.з. возникло в линии W1 в точке K1). С момента

*The way of the control of switching of switches in the partitioned line of a ring network is considered*

**Keywords:** the control, switching of switches in the partitioned line.

появления броска тока к.з. начинают отсчет времени, равного времени срабатывания защиты секционирующего выключателя Q3, и контролируют момент отключения броска тока к.з. Если в момент окончания отсчета времени происходит отключение броска тока к.з., то устанавливают факт отключения секционирующего выключателя Q3. А далее, с момента отключения броска тока к.з., начинают отсчет времени, равного времени выдержки АПВ этого выключателя. При этом контролируют появление второго броска тока. И если, в момент окончания отсчета времени выдержки АПВ секционирующего выключателя, появляется бросок тока значением больше нормального рабочего, но меньше тока к.з., то устанавливают факт успешного АПВ секционирующего выключателя Q3 [3].

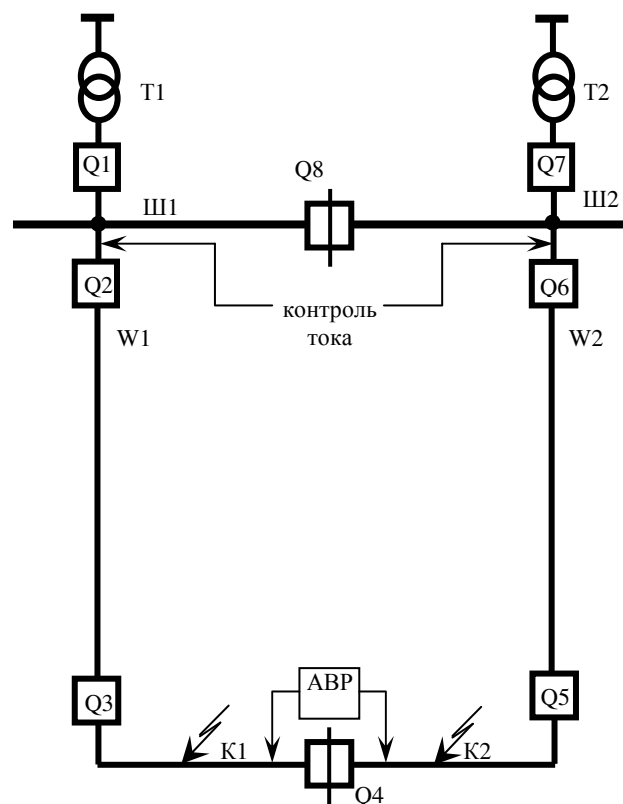


Рисунок 1 – Схема кольцевой сети: T1 и T2 – силовые трансформаторы; Q1 и Q7 – выключатели на низкой стороне трансформаторов T1 и T2; Q2 и Q6 – головные выключатели линий W1 и W2; Q8 – секционный выключатель шин Ш1 и Ш2; Q3 и Q5 – секционирующие выключатели линий W1 и W2; Q4 – выключатель с устройством сетевого АПВ; K1, K2 – точки к.з.

Структурная схема успешного АПВ выключателя Q3 приведена на рисунке 2. Она содержит: трансформатор тока (ТТ) 1, датчик тока короткого замыкания (ДТКЗ) 2, элементы ПАМЯТЬ 3 и 9, ЗАДЕРЖКА 4 и 10, ОДНОВИБРАТОР 5, 7 и 11, НЕ 6, И 8 и 12, регистрирующее устройство (РУ) 13.

Для пояснения работы структурной схемы на рисунке 3 показана диаграмма выходных сигналов, где по вертикальной оси указаны элементы и их номера, а по горизонтальной – время.

В нормальном режиме контролируемый секционирующий выключатель Q3 включен. На выходе ТТ 1 есть некоторое значение выходного сигнала, обусловленное рабочим током, но недостаточное для срабатывания ДТКЗ 2 и ОДНОВИБРАТОРА 7. Поэтому наличие выходного сигнала с элемента НЕ 6 только на одном входе элемента схемы И 8 недостаточно для его срабатывания, и схема находится в режиме контроля.

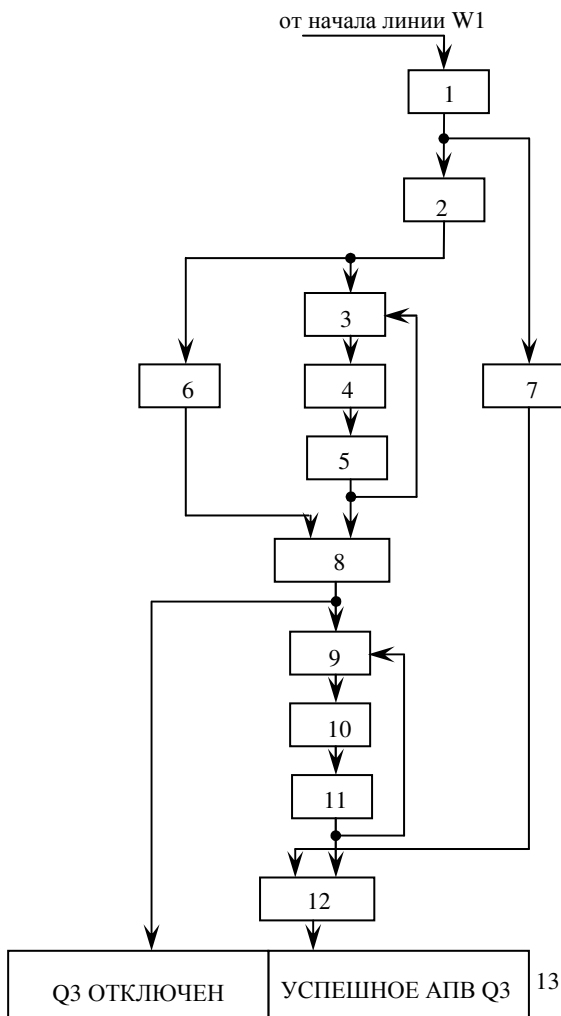


Рисунок 2 – Структурная схема контроля успешного автоматического повторного включения секционирующего выключателя Q3

При к.з. в точке К1 значение выходного сигнала ТТ 1 будет достаточно для срабатывания ДТКЗ 2, поэтому на

его выходе появится сигнал (рис. 3, момент времени  $t_1$ ), поступающий на вход элемента ПАМЯТЬ 3 и элемента НЕ 6. С выхода элемента НЕ 6 исчезнет сигнал, поступавший до этого на первый вход элемента И 8. Сигнал, поступивший с ДТКЗ 2, запомнится элементом ПАМЯТЬ 3 и поступит на вход элемента ЗАДЕРЖКА 4, с выхода которого сигнал появится через время, равное времени срабатывания защиты секционирующего выключателя Q3. А с выхода элемента 4 сигнал поступит на вход ОДНОВИБРАТОРА 5. Этот элемент выдаст однократный импульс, который «сбросит» память с элемента 3 и поступит на второй вход элемента И 8. В этот момент времени (рис. 3, момент времени  $t_2$ ) контролируемый секционирующий выключатель Q3 отключит ток к.з. и с ДТКЗ 2 исчезнет выходной сигнал. С этого момента появится выходной сигнал с элемента НЕ 6, который поступит на первый вход элемента И 8.

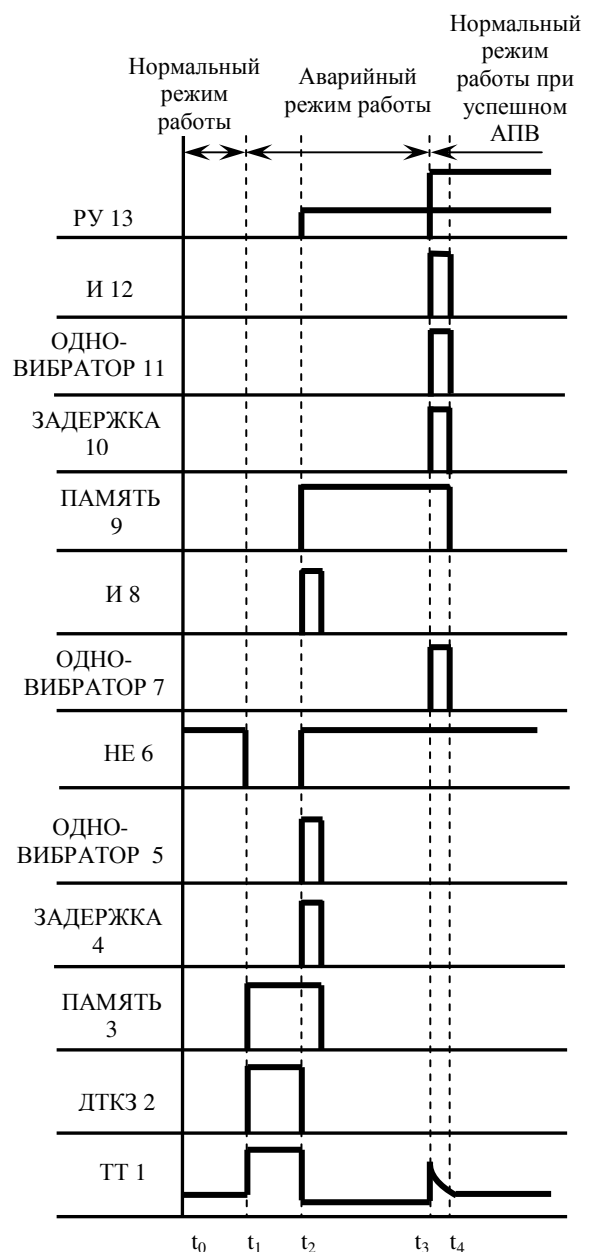


Рисунок 3 – Диаграмма выходных сигналов структурной схемы

Одновременное наличие двух входных сигналов на входе элемента И 8 приведет к появлению его выходного сигнала, который поступит на вход элемента ПАМЯТЬ 9 и в РУ 13. При этом в РУ 13 появится информация о том, что произошло отключение секционирующего выключателя Q3. Сигнал, поступивший на вход элемента 9, запомнится им и поступит на вход элемента ЗАДЕРЖКА 10, с выхода которого сигнал появится через время, равное времени выдержки АПВ секционирующего выключателя Q3. По истечении указанного времени сигнал с элемента 10 поступит на вход ОДНОВИБРАТОРА 11, этот элемент выдаст однократный импульс, который сбросит память с элемента 9 и поступит на первый вход элемента И 12. Одновременно с этим выключатель Q3 включится. Причем, если включение будет успешное, то на выходе ТТ 1 появится сигнал недостаточный для срабатывания ДТКЗ 2, но достаточный для срабатывания элемента ОДНОВИБРАТОРА 7. Появившийся выходной сигнал с ОДНОВИБРАТОРА 7 поступит на второй вход элемента И 12. Это приведет к появлению его выходного сигнала, который поступит в РУ 13 и обеспечит появление там информации о том, что произошло успешное АПВ секционирующего выключателя Q3.

Если же к.з. в точке К1 будет устойчивым, то выключатель Q3 после повторного включения снова отключится. При этом на выходе ДТКЗ 2 при включении Q3 снова появится сигнал. Это приведет схему в действие, и она продублирует поступление

сигнала в РУ 13, обеспечивающего наличие информации в нем об отключении выключателя Q3.

Контроль над действиями выключателя Q5 по успешному повторному включению при возникновении к.з. в точке К2 (рис. 1) можно осуществлять по выше рассмотренной структурной схеме, при этом контроль токов к.з. необходимо вести в начале линии W2.

Таким образом, с помощью рассмотренной структурной схемы можно разработать устройство, которое позволит получать на подстанции своевременную информацию об отключении и успешном АПВ секционирующих выключателей Q3 и Q5.

### Литература

1. Алексеев, О. П. Автоматизация электроэнергетических систем. Учебное пособие для ВУЗов [Текст] / О. П. Алексеев, В. А. Козис, В. В. Кривенсон и др. Под редакцией В. П. Морозкина и Д. Энлаге.-М.: Энергоатомиздат, 1994. – 428 с.: ил.
2. Правила устройства электроустановок [Текст] / 7-е изд., перераб. и доп. – М.: ДЕАН, 2004. – 656 с.
3. Патент 2337453 Российская Федерация МПК7 Н 02 J 13/00. Способ контроля отключения и успешного автоматического повторного включения секционирующего выключателя в линии кольцевой сети [Текст] / Суров Л. Д., Фомин И. Н., Шумарин В.Ф., заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО Орловский Государственный Аграрный Университет. – №2007139420/09; заявл. 23.10.2007; опубл. 27.10.2008, Бюл. №30. – 6 с.: ил.

УДК 621.3.088

**С.М. Астахов**, кандидат технических наук  
**Н.С. Сорокин, А.Е. Семенов**, инженеры  
ФГОУ ВПО Орел ГАУ

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ИНФОРМАЦИИ О ПОЯВЛЕНИИ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ

*Приводится методика исследования достоверности информации о появлении коротких замыканий в распределительных электрических сетях 6-10 кВ.*

**Ключевые слова:** достоверность информации, бросок тока короткого замыкания, дистанционный контроль.

Дистанционный контроль работы устройств автоматического включения резерва (АВР) или автоматического повторного включения (АПВ) в распределительных электрических сетях 6-10 кВ основан на анализе изменения параметров режима электрической сети, в частности, появления бросков тока короткого замыкания (КЗ), увеличения и уменьшения тока с соответствующими скоростями, времени между бросками тока и т.д. [1]

Каждый из перечисленных признаков может порождаться не только контролируемым событием, например, бросок тока может быть вызван не только неуспешным включением АВР или АПВ на КЗ, но и подключением мощной нагрузки. Не исключено, что и сочетание признаков, характеризующих другие контролируемые ситуации, может быть следствием случайного совпадения совсем других явлений, таких

*The procedure of the study of the authenticity of information about the appearance of short circuits in the distributive electrical networks 6-10 kV.*

**Key words:** authenticity of information, current surge of short circuit, remote control.

как перегорание предохранителей на подстанциях, срабатывание защиты линий, включение и отключение трансформаторов и т.д. Таким образом, получаемая информация о результатах работы устройств АВР и АПВ носит вероятностный характер.

Например, одним из основных признаков, характеризующих неуспешное срабатывание сетевого АВР, является наличие броска тока КЗ сначала в резервируемой, а затем, через определенное время, в резервной линии. В первую очередь, при этом необходимо отличить бросок тока КЗ от бросков тока, обусловленных другими причинами.

Броски тока, обусловленные явлениями, отличными от контролируемых, назовем "ложными". Поскольку появление этих бросков носит случайный характер, то и время между ними может быть самое различное. В данном случае не исключена

Теоретический и научно-практический журнал. Основан в 2005 году

Учредитель и издатель: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Орловский государственный аграрный Университет»

Редакционный совет:

Парахин Н.В. (председатель)

Амелин А.В. (зам. председателя)

Астахов С.М.

Белкин Б.Л.

Блажнов А.А.

Брыкля О.А.

Буяров В.С.

Гуляева Т.И.

Гурин А.Г.

Гущина Т.В.

Дегтярев М.Г.

Зотиков В.И.

Ивашук О.А.

Козлов А.С.

Кузнецов Ю.А.

Лобков В.Т.

Лысенко Н.Н.

Ляшук Р.Н.

Мамаев А.В.

Масалов В.Н.

Новикова Н.Е.

Павловская Н.Е.

Попова О.В.

Прока Н.И.

Савкин В.И.

Степанова Л.П.

Хромов В.Н.

Шендаков А.И. (ответств. секретарь)

Ермакова Н.Л. (редактор)

Адрес редакции:

302019, г. Орел,

ул. Генерала Родина, 69.

Телефон: (4862)454037

Факс: (4862)454064

E-mail: nich1@orelsau.ru

E-mail: nichogau@yandex.ru

Свидетельство о регистрации  
ПИ №ФС77-21514 от 11.07. 2005 г.

Технический редактор Мосина А.И.

Сдано в набор 18.02.2010

Подписано в печать 24.02.2010

Формат 60x84/8. Бумага офсетная.

Гарнитура Таймс.

Объем 7,5 усл. печ. л.

Тираж 300 экз.

Издательство Орел ГАУ, 302028,

г. Орел, бульвар Победы, 19.

Лицензия ЛР№021325 от

23.02.1999г

Журнал рекомендован ВАК

Минобрнауки России для

публикации научных работ,

отражающих основное научное

содержание кандидатских

диссертаций

## СОДЕРЖАНИЕ НОМЕРА

### ИННОВАЦИИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

- Говоров И.В.** Организационное обеспечение рациональной долговечности деталей машин на этапах их жизненного цикла..... 2
- Кузнецов Ю.А.** Комбинированная ресурсосберегающая технология восстановления и упрочнения деталей машин и оборудования АПК..... 6
- Дегтярев М.Г., Поликарпов А.В.** Антифрикционные покрытия с твердыми смазками при восстановлении деталей машин..... 9
- Хромов В.Н., Кузнецов И.С.** Повышение износостойкости пальцев жаток зерноуборочных машин электроискровыми покрытиями, образованными электродами из аморфных и нанокристаллических сплавов..... 11
- Пастухов А.Г.** Обеспечение эффективной эксплуатации грузовых автомобилей путем повышения надежности карданных передач..... 13
- Ферябков А.В.** Композиционные покрытия микродугового оксидирования..... 20

### ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В АПК

- Стребков С.В.** Трибологические аспекты энергетической теории..... 21
- Суров Л.Д., Фомин И.Н.** Контроль успешного автоматического повторного включения секционирующих выключателей в линии кольцевой сети..... 23
- Астахов С.М., Сорокин Н.С., Семенов А.Е.** Исследование достоверности информации о появлении коротких замыканий..... 25
- Чехутская Н.Г.** Определение энергетических и конструктивных параметров машин ударного действия в зависимости от свойств разрушаемых материалов..... 28
- Моисеенко А.М., Лысак О.Г.** Проблема хранения сочного растительного сырья и задачи теплотехнического расчета овощекртофелехранилищ..... 30
- Рыжов Ю.Н., Ефимов М.А.** Структура программного комплекса автоматизированной системы научных исследований трекционного сцепления трактора..... 32
- Дринча В.М., Цыдендоржиев Б.Д.** Основные концептуальные положения активного вентилирования зерна..... 35
- Гулидов С.С.** Экономический анализ функционирования сельских электрических сетей..... 39

### ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА

- Данькова Л.В.** Стратегия устойчиво-эффективного развития сельскохозяйственных предприятий..... 42
- Проняева Л.И., Агошкова Н.Н.** Анализ процесса воспроизводства основных средств в сельскохозяйственных организациях и направления активизации инвестиционной деятельности в Орловской области..... 45
- Лазаренко А.Л., Гавренко А.Г.** Управление инвестиционной деятельностью коммерческих банков: основные направления..... 50
- Долгова С.А.** Государственная финансовая политика России в кредитном обеспечении сельского хозяйства..... 53
- Иванова Ю.В.** Жилищно-коммунальный комплекс в условиях финансового кризиса..... 55
- Ларионов А.Н., Малышев И.В.** Проблемы функционирования жилищно-строительного комплекса в условиях экономического кризиса..... 57