

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОЖАРОВ ОТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ АПК

Сошников А. А., Компанец Б. С.

*Алтайский государственный технический университет имени И. И. Ползунова, (г. Барнаул, Россия)*

*В статье рассмотрено состояние безопасности в электроустановках АПК, технология предупреждения пожаров от КЗ в электроустановках и пути повышения ее эффективности.*

**Постановка проблемы.** Состояние безопасности в электроустановках агропромышленного комплекса в настоящее время характеризуется недопустимо низким уровнем. Угрожающий характер представляет обстановка с пожарами, до 25% которых составляют пожары от электротехнических причин (электропожары) [1].

**Анализ последних исследований и публикаций.** Основными причинами возникновения пожаров в электроустановках являются:

- короткие замыкания (КЗ);
- токи перегрузки;
- токи утечки через изоляцию;
- переходные сопротивления в контактных соединениях;

-искрения в контактных соединениях; некачественные монтаж и эксплуатация;

-токи, вызванные попаданием молнии в проводящие части, или наводкой токов в проводящих частях при ударах молний.

Причинами возникновения пожаров при КЗ являются:

- испарение и разбрызгивание частиц металла;
- высокая температура возникающей электрической дуги;
- нагрев проводников токами КЗ.

Испарение и разбрызгивание частиц расплавленного металла сопутствуют дуговому КЗ. Опасность состоит в большой площади распространения расплавленных частиц металла и одновременном увеличении длины дуги, вследствие чего пожароопасная зона увеличивается. При этом время срабатывания электрической защиты, регламентируемое требованиями ПУЭ, значительно больше, чем время пережога проводника электрической дугой при КЗ. На пожароопасных участках необходимо применять аппараты защиты, срабатывающие до пережигания проводников электрической дугой КЗ. В противном случае это будет равносильно отсутствию защиты.

Температура электрической дуги при КЗ достигает 3000 – 6000 °С. Электрическая дуга возникает при замыкании между проводящими частями и отсутствии плотного металлического контакта. При воздействии дуги на проводящие части вследствие высоких температур происходит плавление проводников и удлинение дуги, что в свою очередь увеличивает зону, подверженную воздействию высокой температуры. В случае прокладки проводки в пучке это явление особенно опасно вследствие повреждения изоляции

на параллельных проводниках и возникновения множественных повторных замыканий.

**Цель статьи.** Целью исследования является разработка методических подходов к совершенствованию технологии предупреждения пожаров от коротких замыканий в электроустановках АПК.

### Основные материалы исследования.

Оценка эффективности действия аппарата электрической защиты производится на основе совместного рассмотрения характеристики пережога провода участка сети и характеристики срабатывания аппарата, осуществляющего защиту этого участка, в диапазоне возникающих токов КЗ.

При дуговом КЗ на участке сети наибольшую пожарную опасность представляет та его часть, для которой время пережога провода меньше времени срабатывания аппарата защиты. При КЗ в этой части защита не уменьшает длительность процесса пережога и, следовательно, не влияет на это явление и на весь дальнейший процесс развития пожара.

Предложенный подход требует перехода к новым показателям пожарной опасности коротких замыканий, учитывающим воздействие электрической дуги и раскаленных частиц металла, как на изоляцию, так и на другие горючие материалы.

Одним из таких показателей является коэффициент незащищенности участка электрической сети для *i*-го вида КЗ. Этот показатель определяется отношением диапазона токов КЗ, для которого время пережога меньше времени срабатывания защиты, к диапазону токов КЗ на участке сети, т.е. представляет собой долю незащищенной части участка сети:

$$k_s^{нз(i)} = \delta l_s^{нпз(i)} = \frac{l_s^{нпз(i)}}{l_s}, \quad (1)$$

где  $\delta l_s^{нпз(i)}$  - доля незащищенной части участка сети для *i*-го вида КЗ;

$l_s$  - длина *s*-го участка сети (*s*=1, 2..., S);

$l_s^{нпз(i)}$  - длина зоны пережога для *i*-го вида КЗ на этом участке.

Нулевое его значение отвечает отсутствию опасности пережога на участке сети (и, как следствие, значительно меньшей опасности пожара, чем при на-

личии зоны пережога, так как процесс развития КЗ ограничивается электрической защитой), а единичное – полной незащищенности участка сети от пережога. Очевидно, что, чем меньше величина такого показателя, при прочих равных условиях, тем меньшую пожарную опасность представляет данный вид КЗ на этом участке, и, соответственно, тем лучше он защищен.

На основе этого показателя строится показатель, характеризующий пожарную опасность пережога в сети в целом (и, соответственно - эффективность системы электрической защиты) для  $i$ -го вида КЗ.

$$K^{нз(i)} = \Delta I^{нз(i)} = \frac{\sum_{s=1}^S I_s^{нз(i)}}{\sum_{s=1}^S I_s}, \quad (2)$$

где,  $\Delta I^{нз(i)}$  - доля незащищенной части электрической сети для  $i$ -го вида КЗ;

$I_s^{нз(i)}$  - длина незащищенной части  $s$ -го участка сети.

С учетом рассмотренных показателей формируется показатель  $P_{s,T}^{Ki}(\Pi)$  пожарной опасности  $i$ -го вида КЗ на  $s$ -ом участке электрической сети:

$$P_{s,T}^{Ki}(\Pi) = P_{s,T}^{Ki} k_s^{нз(i)}, \quad (3)$$

где  $P_{s,T}^{Ki}$  - вероятность возникновения  $i$ -го вида КЗ на  $s$ -ом участке сети в течение времени  $T$ .

Используя коэффициент незащищенности электрической сети, можно определить показатель пожарной опасности  $i$ -го вида КЗ для всей электрической сети рассматриваемого объекта по формуле:

$$P_T^{Ki}(\Pi) = P_T^{Ki} K^{нз(i)}, \quad (4)$$

где  $P_T^{Ki}$  - вероятность возникновения  $i$ -го вида КЗ в электрической сети в течение времени  $T$ .

С учетом введенных показателей интегральный показатель пожарной опасности всех видов КЗ в электрической сети может быть рассчитан по формуле:

$$P_{\Sigma}^K(\Pi) = 1 - [1 - P_T^{K1}(\Pi)] \cdot [1 - P_T^{K2}(\Pi)] \times [1 - P_T^{K3}(\Pi)] \cdot [1 - P_T^{KK}(\Pi)] \quad (5)$$

где  $[1 - P_T^{Ki}(\Pi)]$  - вероятность отсутствия пережога проводов при КЗ  $i$ -го вида;

$P_T^{KK}(\Pi)$  - показатель пожарной опасности КЗ на корпус.

Если сеть защищена УЗО, используется следующая формула:

$$P_{\Sigma}^K(\Pi) = 1 - [1 - P_T^{K1}(\Pi)] \cdot [1 - P_T^{K2}(\Pi)] \times [1 - P_T^{K3}(\Pi)] \quad (6)$$

Для повышения эффективности разработанной технологии предупреждения пожаров от КЗ необходимо учитывать следующие факторы.

1. Изменение сопротивления проводников в результате нагрева токами КЗ и перегрузки и возможность возникновения пожара в результате нагрева проводников.

2. Наличие зон разброса характеристик защитной аппаратуры.

3. Некоторые преимущества по времени срабатывания предохранителей по сравнению с автоматическими выключателями.

4. Влияние степени старения изоляции и конфигурации объекта на вероятность возникновения короткого замыкания.

Учет характеристик линий электропередач, защитной аппаратуры позволит повысить эффективность мероприятий по предупреждению пожаров от токов КЗ. на основе предложенной технологии, учитывающей результаты прогнозирования электропожаров.

#### Список использованных источников

1. Комплексная система обеспечения безопасности электроустановок сельских населенных пунктов. Методические и практические рекомендации / [О. К. Никольский, А. А. Сошников, О. Н. Дробязко, О. В. и др.]; под ред. А. А. Сошникова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011. – 112 с.

#### Аннотация

### УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ЗАПОБІГАННЯ ПОЖЕЖ ВІД КОРОТКИХ ЗАМИКАНЬ В ЕЛЕКТРОУСТАНОВКАХ АПК

Сошников А. А., Компанець Б. С.

*В статті розглядається стан безпеки в електроустановках АПК, технологія запобігання пожеж від електроустановок і шляхи підвищення її ефективності.*

#### Abstract

### IMPROVEMENT OF FIRE PREVENTION TECHNOLOGY AGAINST SHORT CIRCUITS IN ELECTRICAL AIC

A. Soshnikov, B. Kompanec

*This article discusses the security status of AIC in electrical fires prevention technology of electrical installations and ways for enhancing its effectiveness.*