

ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕЙ 0,4/0,22 кВ

Юдин Дмитрий Константинович, ДонНТУ, гр. ЭСЭ-14м

Научный руководитель – д.т.н. проф. А. П. Ковалев

ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ, Г. ДОНЕЦК
КАФЕДРА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ГОРОДОВ

Аннотация. Данная статья посвящена проблеме диагностики системы защиты для недопущения возникновения пожаров в помещении от источника электрического происхождения. Рассмотрена задача, в которой на основе марковских процессов и непрерывности времени получена аналитическая взаимозависимость возгорания электрифицированного помещения от трех случайных событий. Представлен пример расчета.

Ключевые слова: электрифицированное помещение, пожарная безопасность, марковский процесс, системы защиты.

Актуальность проблемы. В Украине из-за коротких замыканий (КЗ), перегрузок, утечек токов на землю и от появления ослабленных силовых контактных соединений в сетях 0,4/0,22 кВ происходит около 20% возгораний горючего материала в электрифицированных помещениях от общего числа существующих причин. Ежегодный ущерб от пожаров электрических источников составляет в среднем 150 млн.грн.[1]

На данный момент нет четкого ответа, каким образом и в какой степени на пожарную безопасность электрифицированного помещения влияют: частота появления коротких замыканий в контролируемой сети, длительность срабатывания токовой защиты автоматического выключателя, надежность системы отключения коммутационного аппарата и сроков его диагностики, а также частоты появления горючего материала в недопустимо близком расстоянии от места возможного появления источника поджигания.

Цель работы. Обосновать сроки диагностики системы отключения автоматических выключателей сроки проверок наличия горючего материала вблизи возможного появления повреждения сети с тем, чтобы вероятность появления возгораний горючего материала электрифицированным помещением в течении времени находилась на уровне действующих нормативных документов.

Состояние проблемы: по данным ГУМЧС Украины в 2011 году было зафиксировано $n_1=11408$ пожаров в электрифицированных помещениях от источников поджигание электрического происхождения, в этом же году в Украине насчитывалось $N_1=19327000$ электрифицированных помещений. Частоту появления пожаров в данных помещениях оценим следующим образом:

$$H_1 = \frac{n_1}{N_1 \cdot t} = \frac{11408}{19327000 \cdot 1} = 5,9 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1} \quad (1)$$

Для случая, когда $N_1 \cdot t < 0,1$ вероятность появления пожаров в электрифицированном помещении в течение года определим следующим образом:

$$\bar{Q}(t) = \bar{Q}(1) = e^{-\bar{H}_1 \cdot 1} \approx \bar{H}_1 \cdot 1 \approx \bar{H}_1 \quad (2)$$

Используя формулу Муавра - Лапласа с доверительной вероятностью 0,95 получим интервал[2]:

$$P\{7,16 \cdot 10^4 < \bar{Q}_1(0;1) < 7,37 \cdot 10^4\} \quad (3)$$

В соответствии с нормативным документом [3], вероятность возникновения пожара в электрифицированном помещении в течение года не должна превышать величины:

$$\bar{Q}(1) < 1 \cdot 10^{-6} \quad (4)$$

Значение $1 \cdot 10^{-6}$ означает, что она 1000000 электрифицированных помещений статистически допускается 1 пожар в год. В Украине вероятность возникновения пожаров в электрифицированных помещениях в течение 2011 года по электротехническим причинам в 590 раз выше нормируемого значения. Для достижения поставленной в данной работе цели необходимо получить аналитическую зависимость: вероятность возгорания горючего материала в течение времени t от частоты появления токов короткого замыкания в сети, надежность автоматических средств защиты и сроки их диагностики, частоты появления горючего материала (ветошь, волокна, пыль, опилки дерева и т.д.) и длительность нахождения вблизи возможного места повреждения сети.

Постановка задачи. Предположим, что возгорание горючего материала электрифицированных помещений происходит при совпадении в пространстве и времени следующих трех марковских случайных процессов:

- произошло повреждение электрической проводки (КЗ);
- отказал в срабатывании автоматический выключатель ближайший к месту короткого замыкания, через который прошел сквозной аварийный ток;
- появился горючий материал вблизи места возможно повреждение электрической проводки.

Пусть известны параметры процессов: $\alpha(t)$, $\beta(t)$, $\xi(t)$, т.е. их характеристики $\mu_1, \chi_1; \mu_2, \chi_2; \mu_3, \chi_3$. В начальный момент времени $t \alpha(t)=0, \beta(t)=0, \xi(t)=0$. Требуется определить вероятность возгорания горючего материала в электрифицированном помещении $F_1(t)$ в течение года.

В том случае, если выполняются условия:

$$\chi_1 \leq 100 \mu_1; \chi_2 \leq 100 \mu_2; \chi_3 \leq 100 \mu_3; \mu_2 \ll \mu_1; \mu_3 \ll \mu_1; \chi_2 \theta_2 < 0,1; \chi_3 \theta_3 < 0,1 \quad (5)$$

Тогда:

$$F_1(t) = 1 - e^{-\frac{t}{0,25 \cdot \lambda_1 \cdot \lambda_2^2 \cdot \lambda_3^2 \cdot \theta_2^2 \cdot \theta_3^2}} \quad (6)$$

где $F_1(t)$ - вероятность возгорания горючего материала в электрифицированном помещении в течении времени (t);

$\chi_1 = \frac{1}{\alpha_1}$, α_1 – средний интервал времени между появлениями токов короткого замыкания в сети;

$\chi_2 = \frac{1}{\alpha_2}$, α_2 – средний интервал времени между выявленными в результате диагностики θ_2 отказов в системе отключения автоматического выключателя;

$\chi_3 = \frac{1}{\alpha_3}$, α_3 – средний интервал времени между обнаружениями (в результате профилактики θ_3) горючего материала вблизи возможного места повреждения сети;

θ_2 – интервал времени между диагностикой системы отключения автоматического выключателя;

θ_3 – интервал времени между проверками наличия горючего материала вблизи возможного повреждения сети.

Из формулы (6) видно, что выполнение условия (5) возможно за счет изменения обеспечить нормируемый отраслевыми нормативными документами уровень пожарной безопасности электрифицированного помещения, т.е. $F_1(t) < 1 \cdot 10^{-6}$.

Выводы. Используя приведенную методику можно оценить пожаробезопасность любого электрифицированного помещения и изменить режим частоты проверки

оборудования защиты - найти оптимальные сроки контроля, а также периодичность контроля горючих материалов вблизи источника поджигания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Офіційний інформаційний сервер ГУ МНС України[Електронний ресурс], режим доступу до посилання: <http://www.mns.gov.ua/content/nasdopovid2012.html>
2. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем – СПб.: Изд-во С.-Петербур. Ун-та 2007 – 276 с.
3. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.- М.: Изд-во стандартов, 1992 г.-77с.