

Предлагаемая автоматическая система контроля остаточного ресурса СДС позволяет не только рассчитывать его остаточный ресурс, но и выполнять ряд других полезных операций:

- рассчитывать потребляемую мощность светильника;
- контролировать физический износ светодиодов по сравнению значений их температуры и потребляемой мощности;
- фиксировать время нахождения во включенном состоянии;
- фиксировать количество коммутаций.

Если же блок питания оснастить средствами коммутации тока, то предложенная структура позволит выполнять защиту светильника от перенапряжений в сети.

Предлагаемая автоматическая система контроля остаточного ресурса СДС на основе микроконтроллера исключает существенное повышение стоимости светильников при условии их выпуска крупными сериями, поскольку современные электронные компоненты для рассматриваемых целей имеют относительно невысокую стоимость.

Внедрение предлагаемой системы повысит эксплуатационную надежность СДС, а также позволит своевременно осуществлять их замену, что очень важно для промышленного производства, медицины и сельского хозяйства.

#### Л и т е р а т у р а

1. Самарин, А. Светодиодные драйверы National Semiconductor / А. Самарин // Светотехника и оптоэлектроника. Электронные компоненты. – 2008. – № 3. – С. 64–68. – Режим доступа: [https://russianelectronics.ru/files/48105/ЕК2008\\_03\\_064-69.pdf](https://russianelectronics.ru/files/48105/ЕК2008_03_064-69.pdf). – Дата доступа: 17.09.2020.
2. Гужов, С. В. Перспективы использования светодиодных светильников / С. В. Гужов // Энергосбережение. – 2008. – № 3. – Режим доступа: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=5444](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=5444). – Дата доступа: 17.09.2020.
3. Современное состояние, тенденции и перспективы развития светодиодов для освещения / С. И. Лишик [и др.] // Светотехника. – 2017. – № 1. – С. 9–17.

УДК 621.316

### **МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ФОТОТИРИСТОРНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ДУГОВЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В ЯЧЕЙКАХ КРУ (КРУН) 6–35 КВ**

**Т. Г. Сейитлиева**

*Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары*

Короткое замыкание, сопровождаемое электрической дугой, – это наихудшая из аварийных ситуаций, имеющих место в КРУ электрических подстанций, прежде всего по своим разрушающим последствиям.

В настоящее время наиболее часто применяющиеся ячейки КРУ имеют в своем составе выключатели с коммутационной способностью до 31,5 кА. При возникновении дугового перекрытия с такими токами происходит прожигание металла стенок ячеек и перенос повреждения в соседние ячейки. Увеличение термической стойкости за счет утолщения стенок приводит к повышению цены, веса и осложняет монтаж ячеек.

Основные причины возникновения дугового разряда в КРУ классифицируют в виде трех основных групп:

- 1) человеческий фактор (неправильная эксплуатация электроустановок) – проведение работ не в той ячейке (ошибочное), завышение пробивного напряжения

## Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика 201

у разрядников 6–10 кВ, установленных на данной секции, отсутствие заземления рабочей области при проведении работ, отсутствие проверки наличия напряжения в рабочей зоне при проведении работ, присутствие в ячейках инструмента, оставленного по забывчивости после проведения работ;

2) причины технического характера (неисправности оборудования) – дефекты, неисправности или некорректная работа оборудования, деградация изоляции и износ оборудования, перенапряжение, перегрев, плохое соединение проводов или шин, неправильная установка оборудования;

3) прочие внешние факторы – появление внутри КРУ (КРУН) животных и птиц (крысы, кошки, собаки, птицы), влага, грязь и пыль в области контактов и шин, загрязнение и увлажнение поверхности малоробристых изоляторов или изоляторов, ранее обожженных дугой, коррозия.

Дуговой столб – это низкотемпературная плазма: смесь атомов, ионов, молекул, а также продуктов синтеза, имеющего место в плазме. Спектральный диапазон излучения достаточно широк: от ультрафиолета (доли мкм) до дальнего ИК (единицы мкм). Вид спектра излучения дуги зависит от ряда составляющих: материала электродов, степени загрязнения, температуры плазмы. Спектр дуги можно представить в виде суперпозиции непрерывного и линейчатого спектров. Из вышеизложенного следует, что, принимая во внимание чувствительность устройств дуговой защиты, нужно оговаривать спектральное окно пропускания фотодетектора, которое будет меняться в зависимости от типа фотодетектора.

Любой фотоприемник излучения можно описать функцией преобразования (токовой чувствительностью):

$$R_{\lambda} = f(\lambda) = A/V_{т},$$

где  $A/V_{т}$  – размерность в системе СИ.

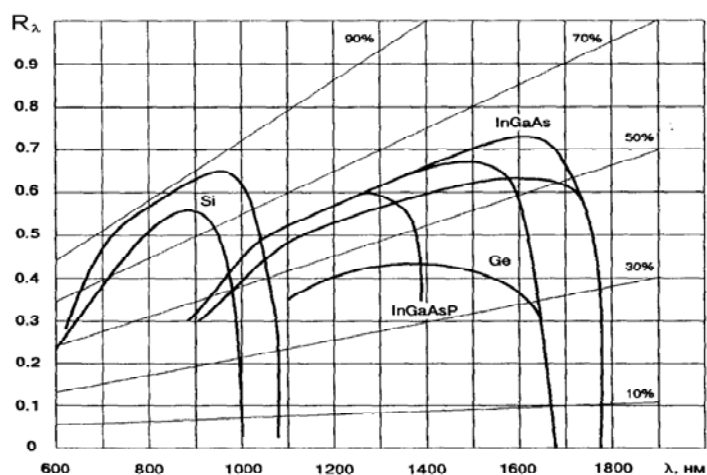


Рис. 1. Спектральная зависимость токовой чувствительности для фотодиодов из различных полупроводниковых материалов

Одним из главных параметров излучения является поток излучения, который определяется энергией излучения, переносимой в единицу времени. Добавление соответствующих нижних индексов в обозначении потока излучения ( $\Phi$ ) позволяет определять этот параметр или как энергетический, или как световой поток. В данном

## 202 Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика

контексте «световой» означает размерность в световых или фотометрических единицах [2].

Энергетический световой поток измеряется в ваттах, световой поток в люменах:  $\Phi_e = [\text{Вт}]$ ;  $\Phi_v = [\text{лм}]$ .

В XIX в. международная комиссия по освещенности ввела понятие относительной спектральной эффективности  $V_\lambda$ , известной под названием «функции видности стандартного наблюдателя» или «кривой МКО» (рис. 2).

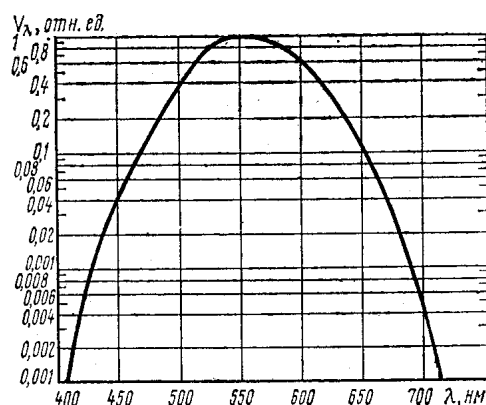


Рис. 2. Относительная функция видности МКО на пике 1 Вт = 680 лм

Эта функция является усредненным спектром пропускания человеческого глаза. Таким образом, излучение любого источника, выраженное в световых единицах, получается путем пропускания энергетического потока излучения источника через фильтр  $V_\lambda$ :

$$\Phi_v = 680 \text{ [лм/Вт]} \int_0^\infty (d\Phi_e / d\lambda) V_\lambda d\lambda,$$

где  $d\Phi_e / d\lambda$  – спектральная плотность энергетического потока излучения источника света.

Световые единицы легко преобразовать в энергетические с помощью световой эффективности  $\eta$  – отношения светового потока к энергетическому:

$$\eta_v = \frac{\Phi_v}{\Phi_e}.$$

Для зеленого цвета ( $\lambda = 550 \text{ нм}$ )  $\eta_v = 680 \text{ лм/Вт}$ , для красного ( $\lambda = 655 \text{ нм}$ )  $\eta_v = 60 \text{ лм/Вт}$ .

Устройства дуговой защиты на основе волоконно-оптических датчиков (ВОД) позволяют формировать широкую полосу пропускания электронного тракта, а также исключать влияние низкочастотного изменения освещенности. В отличие от фототристорной защиты в устройствах дуговой защиты на основе ВОД в зоне дуги находится только пассивный приемник оптического излучения – объектив или линза ВОД, соединенная с электронным блоком устройства оптическим кабелем.

Но и этот вид защиты обладает существенным недостатком – наибольшей стоимостью оборудования и обслуживания. Следует также учесть, что оптическая дуговая защита не точно срабатывает при попадании прямых лучей солнечного света или при зажигании ламп накаливания мощностью 60 Вт на расстоянии далее 10 мм [1].

*Литература*

1. Оптико-электрическая дуговая защита КРУН 6–10 кВ / В. И. Нагай [и др.] // Энергетик. – 2000. – № 8. – С. 38–39.
2. Григорьев, В. А. Волоконно-оптическая дуговая защита ячеек КРУ 6–10 кВ / В. А. Григорьев, В. Е. Милохин, Э. Л. Палей // Энергетик. – 2002. – № 2. – С. 23–24.
3. Серeda, Н. Н. Применение фототиристорov для защиты сетей при дуговых коротких замыканиях / Н. Н. Серeda, В. В. Харитонов // Новые комплектные электротехнические устройства : материалы семинара. – М. : Моск. дом науч.-техн. пропаганды, 1990. – С. 53–57.

УДК 621.313.333

**СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТ ДЛЯ КЛАПАНА ДЫМОУДАЛЕНИЯ**

**В. В. Брель, В. В. Логвин**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

В клапанах дымоудаления часто используются силовые электромагниты мощностью не более 70 Вт. Это связано с работой системы дымоудаления противопожарного оборудования.

Одним из значимых требований при конструировании клапанов дымоудаления является минимальная потребляемая мощность при заданном усилии и ходе якоря силового электромагнита. Для производителя также важными являются минимальные габариты силового электромагнита. Это приводит к уменьшению себестоимости силового электромагнита.

В настоящей работе рассматривается разработанный авторами силовой электромагнит клапана дымоудаления с улучшенными параметрами и оптимизированными габаритами.

Требования по мощности не более 70 Вт, при тяговом усилии в 70–80 Н и ходе якоря в 5,5 мм сильно ограничивают поиск наилучшей конструкции и сочетания параметров, габаритов и формы силового электромагнита.

Стандартные конструкции, применявшиеся ранее, не обеспечивают соблюдения настоящих требований [1], [2].

Инженерные методы расчета, использующие форсировку электромагнитов постоянного тока, не подходят. В момент форсировки потребление мощности электромагнитом превышает 70 Вт, что недопустимо по техническому заданию.

Инженерные методы расчета магнитных цепей «усредняют» значения тяговых характеристик, что не позволяет проанализировать прирост тяги электромагнита за счет небольшого изменения формы и размеров электромагнита.

Для разработки силового электромагнита при данных технических условиях наилучшим является метод конечных элементов. Он позволяет получать точные значения тяговой характеристики электромагнита при различных изменениях форм и размеров силового электромагнита. Это позволило авторам за счет изменения формы якоря и оптимизации параметров катушки получить дополнительное тяговое усилие и уменьшить объем стали электромагнита.