

УДК 621.316.542.027

Н.Ю.Брандин (асп. каф. АПП СЗПИ), М.А. Александров (асп. каф. ЭиЭА),  
В.В.Борисов, к.т.н., доц.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА КОНТАКТНОЙ СИСТЕМЫ ВАКУУМНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Особенностью работы токоведущей системы вакуумного выключателя является то, что отвод тепла за пределы вакуумной дугогасительной камеры (ВДК) происходит в основном за счет теплопроводности токоведущих стержней подвижного и неподвижного контактов. Это обстоятельство приводит к необходимости увеличения площади поперечного сечения стержней по сравнению с требуемой для пропускания рабочего тока. При этом возникают очень серьезные затруднения при проектировании ВДК на номинальные токи свыше 3150 А.

Поэтому целью исследований была выбрана задача разработки ВДК на большие номинальные токи.

В рамках данной задачи был разработан алгоритм расчета теплового режима контактной системы вакуумного дугогасительного устройства. Распределение температуры вдоль токоведущих стержней подвижного и неподвижного контактов может быть получено в результате решения дифференциального уравнения

$$-\frac{d^2\vartheta}{dz^2} = \frac{I^2 \cdot \rho_T^* \cdot (1 + \alpha_p \cdot \vartheta)}{\lambda_T \cdot S_T}$$

где  $z$  – координата вдоль оси токоведущего стержня;  $\vartheta$  – температура в заданной точке;  $\lambda_T$  – теплопроводность материала токоведущего стержня;  $S_T$  – площадь поперечного сечения;  $I$  – токовая нагрузка;  $\rho_T^*$  – удельное электрическое сопротивление материала токопровода с учетом поверхностного эффекта;  $\alpha_p$  – температурный коэффициент сопротивления.

Решая данное уравнение и учитывая баланс мощностей, выделяемой в контактной системе и отводимой другими элементами ВДК, можно определить температуру контактной площадки, температуру выводов камеры, а также распределение температуры вдоль токоведущих стержней.

Одну из решающих ролей в тепловом режиме ВДК играет контактное сопротивление. Был разработан алгоритм для определения величины контактного сопротивления, проведены исследования зависимости контактного сопротивления от силы контактного нажатия, материала контактов. В результате данных исследований получено, что наиболее подходящим контактным материалом для длительного пропускания токов нагрузки является композиция Cu-Bi-V (Bi – 0,3 %, V – 0,08 %).

Для дальнейшего уменьшения контактного сопротивления предлагается использовать в зоне контактирования жидкометаллических композиций (на основе галлия).

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1) При применении контактного материала Cu-Bi-V, увеличении контактного нажатия и использовании специальных мер для рассеивания теплоты, поступающей от токоведущих стержней, можно увеличить токопропускную способность ВДК до 4500 А без существенного увеличения площади поперечного сечения токоведущих элементов.

2) При использовании в зоне контактирования жидкометаллических композиций токовая нагрузка может быть повышена вплоть до 6300 А.

