XXXII Неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научно-технической конференции. Ч.II : С.3-4
© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2004

УДК 621.3

Д.В.Чураев (асп., каф. ИЭиТВН), И.М.Карпова, к.т.н., доц., В.В.Титков, д.т.н., проф.

О ВЛИЯНИИ КОНТАКТНЫХ НЕСОВЕРШЕНСТВ ВАРИСТОРОВ НА ВОЛЬТ-АМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЛИНЕЙНЫХ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Основным элементом широко применяемых в электроэнергетике защитных аппаратов ограничения перенапряжений являются нелинейные варисторы из оксидно-цинковой керамики, обеспечивающие необходимую для таких устройств вольт-амперную характеристику. Варисторы, представляющие собой диски с характерными размерами 50…70 мм в диаметре и 10…40 мм высотой, собираются в колонки, которые образуют нелинейный резистор аппарата. Качество контакта между отдельными варисторами, очевидно, влияет на режим работы и характеристики аппарата. В задачу данной работы входит определение количественных отклонений вольтамперной характеристики варисторного диска с неполным контактом от стандартной ВАХ, задаваемой соотношением

$$U = Ai^{\alpha}, \tag{1}$$

где U - напряжение, i - ток, A – постоянная, α - показатель нелинейности, равный для современных оксидно-цинковых варисторов 0.05-0.1 [1].

Для анализа поставленной проблемы необходимо решение задачи растекания тока в среде с нелинейной проводимостью, которая сводится к уравнению для потенциала U

$$div(\gamma(E)gradU) = 0,$$

где γ - удельная электрическая проводимость среды, соответствующая интегральной ВАХ (1) и зависящая от величины напряженности электрического поля E:

$$\gamma = aE^{\frac{1-\alpha}{\alpha}},$$

где a — постоянная, $E = |gradU|$.

Основной задачей, решаемой в данной работе, являлась оценка влияния площади контактной поверхности на вольтамперную характеристику варистора.

При этом были рассмотрены различные варианты контактов, имеющих в совокупности одинаковую площадь: одиночный круговой контакт, осесимметричный кольцевой контакт и несколько контактных пятен малого радиуса. Такая задача была решена для нескольких значений суммарной площади применительно к стандартным оксидно-цинковым варисторам диаметром 46 мм.

Расчетные данные, полученные для контактов разного типа с одинаковой площадью, имеют некоторый разброс значений. Однако сильного различия вольтамперных характеристик для равновеликих контактов не наблюдается. На рис. 1 приведены данные, соответствующие трем значениям контактной площади в сравнении с вольтамперной характеристикой полного контакта.

Регулярный характер расположения кривых на графике рис. 1 позволяет в качестве основного параметра использовать величину относительной площади S/S_0.

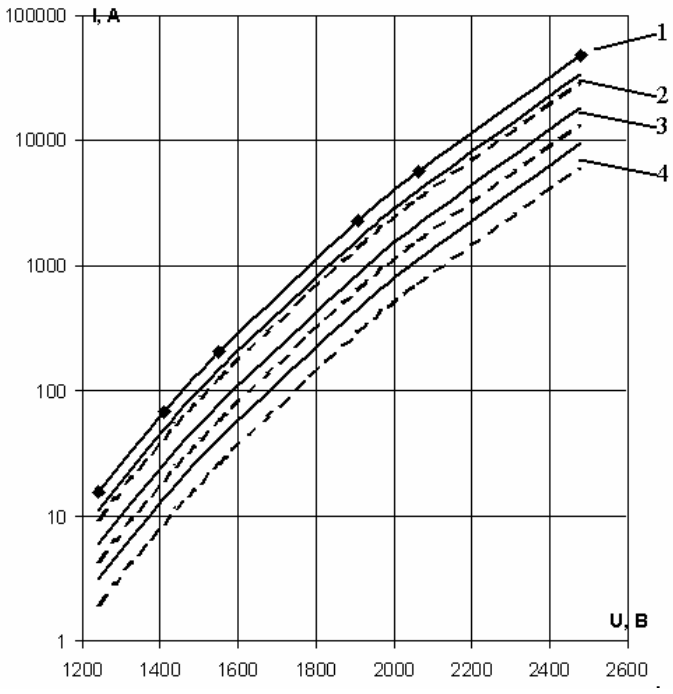

Рис. 1. Вольтамперные характеристики оксидно-цинковых варисторов для разных значений площади контактной поверхности:
1 — полный контакт S_0=16,62 см^2; 2 — S/S_0=0,507; 3 — S/S_0=0,189; 4 — S/S_0=0,068

Регулярный характер расположения кривых на графике рис. 1 позволяет в качестве основного параметра использовать величину относительной площади S/S_0.

Из рис. 1 видно, что изменение площади контакта слабо влияет на величину тока через варистор. Например, при потере половины контактной поверхности на одном из оснований варистора (S/S_0=0,5), ток изменяется всего лишь на 5%. Данное обстоятельство говорит о том, что диагностика подобных дефектов представляет определенные трудности.

Выводы. Возникновение нарушений контактных поверхностей варисторов приводит к изменению его вольт-амперной характеристики. Для высоко нелинейной оксидно-цинковой керамики превышение вольт-амперной характеристики оказывается весьма незначительным даже при значительных нарушениях сплошности контакта. В этих условиях при сохранении практически неизменными интегральных параметров варистора (полный ток при заданном напряжении) в нем возможны существенные локальные перегрузки в областях концентрации токовых линий, что может вызывать ускоренное старение и выход из строя варисторов, вследствие, например, локального перегрева в теле варистора при коммутации больших токов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Техника высоких напряжений / Под ред. Кучинскиого Г.С.- СПб: Энргоатомиздат, 2003. 606 с.