

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА АППАРАТЫ ТИПОВЫХ ОРУ

Борисюк Р. С. – студент,
Научный руководитель – Потачиц Я. В., к. т. н., доцент,
заведующий кафедрой «Электрические станции»,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: в статье рассмотрена тема динамического воздействия токов короткого замыкания на типовые аппараты подстанций типовых открытых распределительных устройств. В статье предложен метод повышения надежности данных электрических аппаратов.

Ключевые слова: статическое воздействие, динамическое воздействие, короткое замыкание, демпфер, гармонические колебания.

IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGY FOR DETERMINING DYNAMIC LOADS ON STANDARD OPEN SWITCHGEARS DEVICES

Abstract: the article discusses the topic of the dynamic effect of short-circuit currents on typical substation devices of typical open switchgear. The article proposes a method for improving the reliability of these electrical devices.

Keywords: static impact, dynamic impact, short circuit, damper, harmonic oscillations.

Расчет основных электрических аппаратов открытых распределительных устройств (ОРУ) на механическую прочность на сегодняшний день производится лишь с учетом их статического нагружения. Определение разрушающих нагрузок, с учетом динамического действия на электрические аппараты проводников, возможно лишь при постановке динамической задачи.

В [2] была предложена упрощенная инженерная методика расчета, в которой гибкие проводники вместе с аппаратами рассматривались как единая колебательная система при КЗ. При этом проводился частотный анализ вынужденных и собственных колебаний аппаратов, на основании которого подтверждалась возможность наступления резонанса. Определение разрушающих нагрузок на аппараты предлагалось проводить по выражению (1):

$$G_{\text{дин}} = G_{\text{ст}} + \mu P_0, \quad (1)$$

где $G_{\text{дин}}$ – динамическое воздействие на аппарат при КЗ;

$G_{\text{ст}}$ – статическая нагрузка на аппарат, обусловленная весом аппарата и натяжением провода;

P_0 – вибрационное нагружение резонансной частоты;

μ – динамический коэффициент, обусловленный совпадением частот вынужденных и собственных колебаний аппарата.

Для устранения опасности разрушения аппаратов, которые можно представить в виде консольного стержня под действием динамической нагрузки необходимо исключить жесткое закрепление, например, опорного изолятора, т. е. сделать и второй его конец достаточно «свободным». В этом случае консольный стержень будет совершать свободные колебания с частотой внешней вынуждающей силы относительно своего нижнего достаточно «свободного» конца. Однако особый научный интерес представляет создание таких условий работы, при которых энергия вынужденных колебаний будет поглощаться конструктивным элементом, непосредственно связанным с электрическим аппаратом, в результате чего собственные колебания аппарата будут затухать с высокой скоростью и не приводить к опасным разрушающим последствиям. Если у основания аппарата будет предусмотрен специальный демпфирующий элемент, то это приведет к увеличению податливости аппарата, и как следствие более эффективному поглощению энергии. В этом случае демпфирующее устройство должно обладать как упругими R , так и вязкостными C характеристиками. Среди возможных причин рассеивания энергии при свободных колебаниях консольного стержня случай, в котором демпфирующая сила пропорциональна скорости (вязкое демпфирование), является удобным для математического исследования. По этой причине диссипативные факторы более сложной природы заменяют эквивалентным вязким демпфированием.

Таким образом одна из задач исследования сводится к поиску такого сочетания параметров упругой жесткости и вязкого демпфирования (R и C_d) стержня при которых гармонические колебания в принципе не будут возникать, а следовательно, исключается возможность возникновения опасных перенапряжений в материале стоек электрических аппаратов.

Список литературы

1. Сергей, И. И. Динамика проводов электроустановок энергосистем при коротких замыканиях: теория и вычислительный эксперимент / И. И. Сергей, М. И. Стрелюк. – Минск : ВУЗ-ЮНИТИ, 1999. – 252 с.

2. [отчет лето 2022 года] Расчет гибких проводников электроустановок в условиях воздействия статических и электродинамических нагрузок. Усовершенствование векторно-параметрического метода механического и электродинамического расчета гибких проводников воздушных линий и распределительных устройств [Электронный ресурс]: отчет о НИР (промежут.) / БНТУ; рук. Е. Г. Пономаренко; исполн.: П. И. Климович, Я. В. Потачиц, А. Н. Мешкова. – Минск, 2023. – 57 с. – Библиогр.: с. 54–57. – № ГР 20211673.

3. Писаренко, Г. С. Колебания механических систем с учетом несовершенной упругости материала / Г. С. Писаренко. – Киев : Наук. думка, 1970. – С. 379.

4. Потачиц, Я. В. Совершенствование методов расчета электродинамической стойкости конструкций токоведущих систем с гибкими проводниками [Электронный ресурс]: автореферат диссертации ... канд. техн. наук.: 05.14.02 / Я. В. Потачиц; Белорусский национальный технический университет. – Минск, 2023. – 157 с.