

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК РАЗРУШЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ПРИ КЗ

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

Аннотация: опишем тему определения нагрузок на аппараты объектов распределения электрической энергии, которые приводят к их разрушению при КЗ. Воздействие такой нагрузки на рассматриваемые аппараты при КЗ может только с принятием во внимание его упругих и инерционных характеристик. Соответственно, необходим учет влияния колебаний опорных конструкций подстанционного оборудования при КЗ при проверке их механической прочности. Примем, что провод и аппарат являются единую колебательной системой, соответственно усилия, приложенные к верхнему фланцу аппарата, будут вызывать в нем поперечные изгибающие колебаний с широким спектром частот.

Ключевые слова: электрические аппараты, короткое замыкание, разрушающие нагрузки, механическая прочность, гармонические колебания.

DETERMINATION OF LOADS OF DESTRUCTION OF ELECTRICAL DEVICES AT SHORT CIRCUIT

Abstract: let's describe the topic of determining the loads on the devices of electric energy distribution facilities, which lead to their destruction during short circuit. The effect of such a load on the considered devices in short circuit can only take into consideration its inertial and elastic characteristics. Consequently, it is necessary to take into account the influence of fluctuations in the supporting structures of substation equipment during short circuit when checking their mechanical strength. Assume that the wire and the apparatus are a single oscillating system, respectively, the forces applied to the upper flange of the apparatus will cause transverse bending vibrations with a wide range of frequencies in it.

Keywords: electrical devices, short circuit, destructive loads, mechanical strength, harmonic oscillations.

В режиме короткого замыкания (КЗ) на основные конструктивные элементы открытых распределительных устройств (ОРУ) воздействуют усилия динамического характера на протяжении короткого промежутка времени (от 0,1 с до 1,0 с), например, колебания шлейфов в виду их взаимодействия между собой при протекании больших токов, после чего отключение КЗ вы-

ключателем прекращает действие указанных нагрузок [1]. Опорные конструкции устройств распределения электрической энергии подвержены наибольшему вредоносному воздействию динамических нагрузок при КЗ из-за недостающей механической прочности. В [2] приводилась следующая формула (1) для определения разрушающего воздействия на электрические аппараты:

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

где $G_{\text{дин}}$ – воздействие динамических нагрузок на аппарат при КЗ; $G_{\text{ст}}$ – статическое воздействие на аппарат; P_0 – происходящее при частоте возникновения резонанса нагружение в виду вибраций; μ – динамический коэффициент, учитывающий близость частот собственных и вынужденный колебаний электрического аппарата.

В соответствии с [3] принятая расчетная модель не предусматривает влияние поперечной силы и инерции вращения, затухание колебаний.

В результате проведения модального анализа вынужденных и собственных частот колебаний некоторых аппаратов были вычислены значение воздействующих нагрузок с учетом динамических сил, а именно для изолятора ИОС, трансформатора тока ТОГФ и выключателя ВГТ, рассчитанных на номинальное напряжение 110 кВ, равны 560 даН, 275 даН и 583 даН соответственно. В паспортных данных минимальная разрушающая нагрузка равна 600 даН, 180 даН и 230 даН соответственно.

Оценивая воздействия динамических нагрузок, сделаем умозаключение, что они при условии возникновения резонанса для электрических аппаратов ТОГФ и ВГТ являются больше значения их максимальных нагрузок на изгиб, не приводящая к разрушению. В случае с действующим оборудованием имеют место микротрещины и другие сложнодиагностируемые дефекты, из-за которых разрушение может произойти при еще более низких значениях нагрузок.

Список литературы

1. 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. Климкович, Я. В. Потачиц, А. Н. Мешкова. – Минск, 2023. – 57 с. – Библиогр.: с. 54–57. – № ГР 20211673.

2. Борисюк, Р. С. Совершенствование методики определения динамических нагрузок на аппараты типовых ОРУ / Р. С. Борисюк ; науч. рук. Я. В. Потачиц // Современные тенденции в развитии экономики энергетики : сборник материалов IV Международной научно-практической конференции, 1 декабря 2023 г. / редкол.: Е. Г. Пономаренко (пред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2023. – С. 130–131.

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