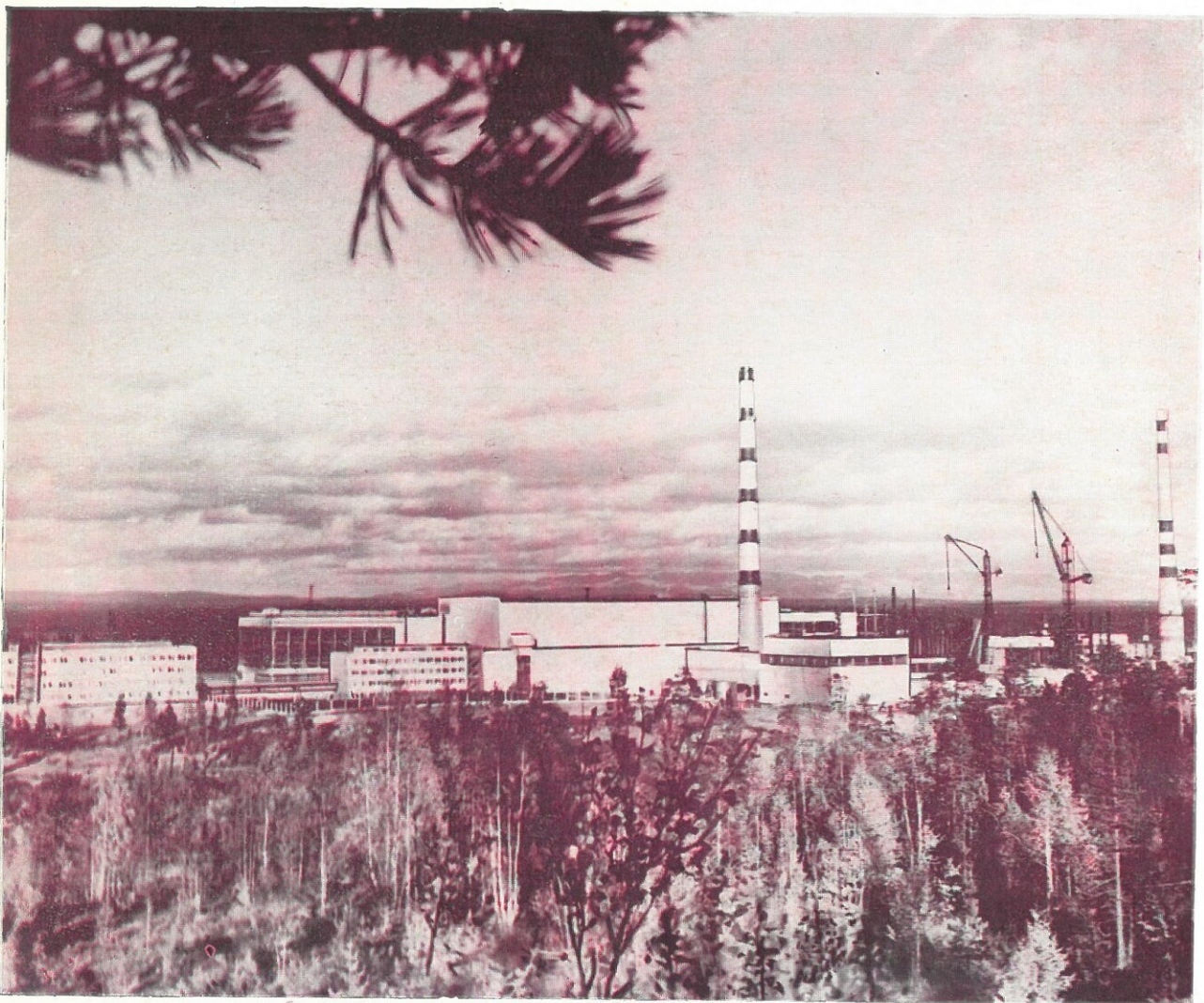




ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ



11 • ЭНЕРГОИЗДАТ • 1981

ОРГАН МИНИСТЕРСТВА ЭНЕРGETИКИ
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
И ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРАВЛЕНИЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА ЭНЕРGETИКИ
И ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ОСНОВАН В 1930 ГОДУ

МОСКВА, ЭНЕРГОИЗДАТ

НОЯБРЬ 1981 11

*Да здравствует 64-я годовщина Великой
Октябрьской социалистической революции!*

СОДЕРЖАНИЕ

Волков А. П., Трофимов Б. А. — Кольская АЭС в десятой пятилетке 2

ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Кацнельсон Б. Д., Шатиль А. А., Тарасов А. И., Жеребилов Е. И., Каминский В. П., Королевский Г. В., Егоров Н. И., Лохмантос А. И., Ицкович В. Я., Макарова Т. М., Петручук В. К. — Сжигание АШ в котле ТПП-210 с мощными плоскофакельными горелками 4
Голованов Н. В., Ицковский М. А., Попов А. А., Прокофьев Н. Н., Вайнер Ю. В. — Опытное сжигание березовского угля в вихревой топке ЦКТИ 5
Березинец П. А. — Оперативный анализ работы и состояния котлов мощных энергоблоков 9
Ефименко Г. П., Журавлев Б. В., Пацко Н. Л. — Совершенствование контроля за перемещениями паропроводов ТЭС при изменении температуры 13
Уринцев Я. С., Авербах Ю. А., Берлянд В. И., Волюнский М. М., Шибер В. Л. — Методы технической диагностики на ТЭС 17
Лапинская М. Е., Шитт Е. С. — Спектральный анализ окислы котельных труб из высоколегированных сталей 19
Иваницкий Б. Я., Васильченко Е. Г., Благов Э. Е., Лойко М. М. — Исследование влияния поверхностно-активных веществ на расходные и кавитационно-эрозионные характеристики арматуры 20
Смагин В. Н., Зацковский Г. А., Дробот Г. К., Маринин Р. А., Боев Н. М., Павловский Э. П., Егоров Л. В. — Электро-диагностические установки производительностью 50 м³/ч для ТЭС и АЭС 22
Подольский В. В., Чистиков А. П., Коган Ф. Л. — Маневренность турбогенераторов по реактивной мощности и ее использование 25
Иноземцев Е. К. — Повышение надежности работы системы водяного охлаждения электродвигателей питательных насосов энергоблоков 300 МВт 27

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Груздев И. А., Иванов С. А., Рагозин А. А., Панько С. Н., Рутковский Л. Б., Родченко Е. А., Дудченко Л. Н., Мешков Г. Е., Деминю И. Т., Джангиров В. А., Дремина Л. И. — Экспериментальное исследование устройств электрического торможения гидрогенераторов мощностью 216 МВт 35

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Евтушенко В. А., Иванов В. Л., Сергеев А. С., Стояров М. Д., Фирсов А. В. — Влияние высоты фундаментов под оборудование на напряженность электрического поля в ОРУ 500—760 кВ 39
Никоненко И. У., Уткин А. И. — Высоковольтные выхлопные предохранители и перспективы их применения 42

ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Долин А. П., Кудрявцев Е. П., Прудников Н. И. — Расчет сближения вертикально расположенных проводов при коротких замыканиях 44
Яковлев Л. В. — Испытания опор линий высокого напряжения в различных режимах воздействия нагрузок 47
Лихачев Ф. А. — Повышение надежности распределительных сетей 6—10 кВ 51

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА, АВТОМАТИКА, СВЯЗЬ

Сирота И. М., Богаченко А. Е., Матвеев В. Ю., Пестриков В. А. — Защита от замыканий на землю генераторов, работающих на сборные шины при повышенных величинах небаланса трансформатора ТНП-Ш 56
Лесин Н. М., Файбисович В. А. — Повышение надежности работы АЧР на переменном оперативном токе 59
Николенко В. А., Дорошенко А. И. — О регулировании напряжения на шинах 10 кВ действующих сельских подстанций 35/10 кВ с трансформаторами без РПН 61
Розенкрон Я. К. — О релейной защите замкнутых городских электрических сетей 63

ОБМЕН ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОПЫТОМ

Венкова Л. Ф., Герасимова М. А. — О повреждаемости гибов и труб главных паропроводов 69
Кучер А. Г. — Передвижные трансформаторные подстанции на санном ходу 70
Баженов И. А. — Аварийное маслонабжение уплотнений вала турбогенератора ТВВ-320 71
Герасимов Е. К. — Устройство контроля токовых цепей дифзащиты трансформатора 72

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Якобсон С. С. — Изготовление объектов котлонадзора 73
Воскресенский А. А. — Полезное пособие при проектировании устройств релейной защиты 73

ИЗ ИСТОРИИ СОВЕТСКОЙ ЭНЕРGETИКИ

Камышев В. С. — 50 лет Березниковской ТЭЦ-4 75
К. С. Сторожук (К 60-летию со дня рождения) 76
Грудинский П. Г., Веников В. А., Неклепаев Б. Н. — А. А. Глазунов (К 90-летию со дня рождения) 77

В ГЛАВТЕХУПРАВЛЕНИИ МИНЭНЕРГО СССР

О делительной автоматике по частоте на тепловых электростанциях 78
Об изменении требований ПУЭ, предъявляемых к установке раздельных перегородок на кабельных эстакадах и в наружных кабельных галереях 78
Н. В. Чернобровов (К 75-летию со дня рождения) 79

На обложке — Кольская АЭС.

Анализ источников зарубежной литературы показывает, что в передовых зарубежных странах наравне с разработками современных коммутационных аппаратов, какими являются вакуумные и элегазовые выключатели, существует направление производства ведущими фирмами коммутационных аппаратов, использующих в своей конструкции предохранители. Это направление включает в себя следующие основные виды аппаратов:

- 1. предохранитель-разъединитель;
- 2. предохранитель-разъединитель с выхлопным фильтром;
- 3. предохранитель-разъединитель с выключателем нагрузки, управляемый вручную и релейной автоматикой;
- 4. комбинация выхлопного и токоограничивающего кварцевого предохранителей.

Учитывая приведенный обзор состояния производства выхлопных предохранителей, необходимо в кратчайшие сроки развернуть научно-исследовательские и конструкторские работы по созданию этих экономичных аппаратов. Для этого, прежде всего, следует наладить производство технологичных материалов с повышенной газогенерирующей способностью и разработать плавкие элементы, удовлетворяющие требованиям защиты электрооборудова-

ния. Кроме того, с целью упорядочения требований к плавким элементам необходимо разработать государственный стандарт на эти элементы.

Предлагаемое направление применения выхлопных предохранителей в электроустановках, не требующих по условиям работы высоковольтных выключателей, экономически целесообразно и позволяет получить значительный экономический эффект в народном хозяйстве.

Список литературы

1. Robert F. Wolff. — Electrical World, 1979, v. 191, № 7.
2. Frank L. Cameron, David R. Smith. — Westinghouse Engineer, 1972, № 5.
3. Каталог фирмы S&C Electric Company, США, 1970—1975.
4. Grudziecki S., Kaszpak B. — Energetyka, 1978, № 1.
5. Выбор и опыт эксплуатации плавких вставок новой конструкции для предохранителей ПСН-35/В. А. Андреев, Ф. Н. Гринин, А. Я. Зотов, А. П. Федоров. — Электрические станции, 1973, № 4.
6. Андреев В. А., Зотов А. Я., Федоров А. П. Управляемый предохранитель УПСН-35 и экономическая эффективность его применения. — Электричество, 1973, № 5.
7. Зотов А. Я., Гринин Ф. Н., Повернов А. И. О повышении надежности стрелковых предохранителей на позиционных подстанциях 35/6—10 кВ. — Электрические станции, 1978, № 4.

ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

УДК 621.315.1.027.3.064.1.001.24

Расчет сближения вертикально расположенных проводов при коротких замыканиях

А. П. ДОЛИН, Е. П. КУДРЯВЦЕВ, Н. И. ПРУДНИКОВ, кандидаты техн. наук
МЭИ — НИИТМОХ из РСФСР

При к. з. на гибкую ошиновку распределительных устройств и провода линий электропередачи действуют электродинамические нагрузки. В процессе колебаний, возникающих при к. з., провода могут недопустимо приблизиться друг к другу или к заземленному оборудованию. Задача о колебаниях при к. з. тяжелых проводов, расположенных в горизонтальной плоскости, рассматривалась, например, в [Л. 1]. Полученные в [Л. 1] решения неприменимы для проводов, расположенных в одной вертикальной плоскости. Случай, когда ток к. з. идет по проводам, висшим один над другим, рассматривается далее.

В линии с проводами, подвешенными в одной вертикальной плоскости, электродинамические нагрузки при к. з. действуют в той же плоскости. Например, при двухфазном к. з. электродинамические нагрузки как бы «облегчают» верхний и наоборот «утяжеляют» нижний провод. Верхний провод под действием внезапно приложенной нагрузки поднимется, нижний — дополнительно прогнется и дефор-

мируется. При этом оба провода будут совершать колебания около положения устойчивого равновесия, определяемого результирующей нагрузкой. При отключении к. з. нижний провод поднимется, а верхний опустится. вновь будут возбуждены колебания. Колебания будут сопровождаться беспорядочными пространственными движениями, в процессе которых возможно опасное сближение проводов, сближение проводов с оборудованием.

Взаимные перемещения проводов линии оценим с помощью расчетной схемы с одной степенью свободы. Предположим, что в ходе к. з. ось натянутого провода всегда остается очерченной по цепной линии. Жесткость поперечного сечения провода и температура нагрева его токами к. з. будем считать постоянными. Учтем, что частоты собственных колебаний пролета провода много ниже 50 Гц. Ради упрощения расчетных оценок откажемся от попыток учесть непрерывные изменения расстояния между проводами в процессе к. з. Электродинамические силы при этом можно принять не изменяющимися

во времени. Расчетная схема будет, по-видимому, достаточно хорошо описывать движение относительно легко деформирующегося провода.

Движение провода после включения к. з. и до момента его отключения можно считать собственными колебаниями нити около положения устойчивого равновесия, отвечающего увеличенному или уменьшенному электродинамическим силам весу нити. Уравнение движения в рамках приняты допущений имеет вид

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + F(y) = 0, \quad (1)$$

где y — прогиб цепной линии в середине пролета; $F(y)$ — восстанавливающая сила; m — приведенная масса.

Если положительными перемещениями (прогибами) считать перемещения нити вверх от линии, соединяющей опоры, то для восстанавливающей силы будет справедлива формула

$$F(y) = Q(y) - q_l, \quad (2)$$

где l — расстояние между опорами; q — нагрузка на единицу длины нити; $q = q_0 + q_*$; q_0 — собственный вес; q_* — постоянная электродинамическая нагрузка.

Для нити с опорами на одном уровне нагрузка $Q(y)$, отвечающая статическому прогибу величины y , определяется соотношениями [Л. 2]

$$H = \frac{Q(y)}{2V_6} \left[\sqrt{\frac{l_0}{l} \left(1 + \frac{H}{ES} + \varepsilon_t \right)} - 1 \right]^{-1}; \quad (3)$$

$$y = -\frac{V_3}{2V_2} l \sqrt{\frac{l_0}{l} \left(1 + \frac{H}{ES} + \varepsilon_t \right)} - 1, \quad (4)$$

где H — распор; l_0 — первоначальная длина нити в пролете; ES — жесткость нити при растяжении; ε_t — относительное температурное удлинение; E — модуль упругости; S — поперечное сечение провода.

Для вычисления электродинамических сил можно использовать формулы, справедливые для случая взаимодействия параллельных бесконечно длинных проводов. Как уже указывалось ранее, следует учитывать только постоянную составляющую электродинамических нагрузок [Л. 1]. Изменение расстояния между проводами при колебаниях можно приблизительно учесть введением в расчет некоторого среднего расстояния между ними. В соответствии с принятыми допущениями по [Л. 3, 4]

$$q = \frac{\alpha}{a} D l^2 m, \quad (5)$$

где q — электродинамическая нагрузка, Н/м; $\alpha = 2 \cdot 10^{-7}$ Н/А²; a — среднее (расчетное) расстояние

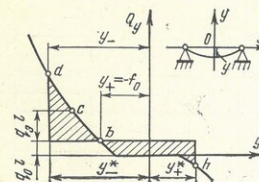


Рис. 1.

между проводами, m ; I_m — амплитуда периодической составляющей тока к. з., А; D — постоянный коэффициент, равный при двухфазном к. з. 0,5, при трехфазном к. з. для крайних проводов 0,375 и для среднего провода 0.

Как показали вычисления, в случаях, когда упругие деформации провода и его температурные удлинения малы по сравнению с разностью $l_0 - l$, т. е. при выполнении условия

$$\frac{H}{ES} + \varepsilon_t \ll \frac{l_0}{l} - 1, \quad (6)$$

за расчетное расстояние a между короткозамкнутыми проводами можно принять:

$$a \approx a_0, \text{ при } q_{0*} \ll q_0; \quad (7a)$$

$$s \approx a_0 + \frac{2}{3} f_0, \text{ при } q_{0*} \gg q_0, \quad (7b)$$

где a_0 — расстояния между фазами до к. з.; f_0 — стрела провеса провода до к. з.; q_{0*} — электродинамическая нагрузка, определяемая по формуле (5) при среднем расстоянии между проводами, равном a_0 ; s — среднее расстояние между проводами.

Если нагрузки q_{0*} и q_0 близки по величине, расчетное расстояние приблизительно можно определять по формуле

$$a \approx a_0 + \frac{1}{2} \frac{q_{0*}}{q_0} f_0. \quad (7b)$$

Уравнение (1) нелинейно. Восстанавливающая сила несимметрична относительно центра колебаний. Одно из крайних отклонений расчетной схемы от положения равновесия — это положение устойчивого равновесия до начала к. з. Второе крайнее отклонение связано с первым соотношением [Л. 3]

$$\int_{y_-}^{y_+} F(y) dy = 0, \quad (8)$$

где y_- и y_+ — прогибы при двух крайних отклонениях.

Формула (8) определяет размах колебаний при к. з. Размах колебаний провода после отключения к. з. может быть рассчитан по той же зависимости (8) после замены в ней пределов интегрирования. За крайнее отклонение в момент отключения тока y^* целесообразно принимать величину, равную $y^* = y_-$. Нагрузка на расчетную нить в этом случае равна собственному весу провода. Поведение провода при к. з. и после его отключения иллюстрируется на рис. 1.

В момент начала к. з. прогиб провода равен абсциссе точки b . При к. з. равновесное положение мгновенно смещается в точку a графика, возникают собственные колебания с крайними отклонениями y_- и y_+ . Если ток отключается в момент, когда положение провода отвечает точке d на рис. 1, возникают свободные колебания провода около положения равновесия с прогибом по абсолютной величине, равным f_0 . Крайним положением провода отвечают на рис. 1 точки d и h . Условие (8) требует равенства одинаково затрихованных на рис. 1 площадей. Размах колебаний после отключения тока к. з. $y_+^* - y_-^*$ больше размаха колебаний во время к. з. $y_+ - y_-$.

Вследствие случайных причин при к. з. и после его отключения наблюдается возникновение гори-

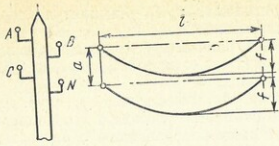


Рис. 2.

горизонтальных смещений проводов. Наибольшая величина горизонтальных смещений может иметь тот же порядок, что и амплитуда колебаний в вертикальной плоскости.

Изложенная методика вычисления смещений проводов вследствие к. з. дает возможность оценить опасность сближения проводов и их схлестывания. Усилия в проводах для пологих нитей можно принять равным распу по формуле (3).

Для провода, длина которого в недеформированном состоянии равна расстоянию между опорами, а температурные удлинения могут не учитываться ($L_0=l$, $\epsilon_t=0$), расчет упрощается. Восстанавливающая сила в этом случае

$$F(y) = -\frac{y^3}{A^3} - ql, \quad (9)$$

где

$$A = \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{l}{ES}.$$

Условие (8) приводит к виду

$$\frac{1}{4A^3}(y_+^3 - y_-^3) + ql(y_+ - y_-) = 0. \quad (10)$$

При $y_+ = -j_0$ из уравнения (10) получим:

$$y_-^3 - j_0 y_-^2 - j_0^2 y_- - j_0^3 (1 + \frac{q}{q_0}) = 0. \quad (11)$$

Крайнее отклонение y_- является действительным корнем кубического уравнения (11), который согласно решению Кардано [Л. 5], определяется как

$$y_- = \sqrt[3]{-\frac{v}{2} + \sqrt{\left(\frac{\omega}{3}\right)^2 + \left(\frac{v}{2}\right)^2}} + \sqrt[3]{-\frac{v}{2} - \sqrt{\left(\frac{\omega}{3}\right)^2 + \left(\frac{v}{2}\right)^2}} + \frac{j_0}{3}, \quad (12)$$

где

$$v = -\left(\frac{20}{27} - 4 \frac{q}{q_0}\right) j_0^3; \quad \omega = \frac{2}{3} j_0^3. \quad (13)$$

Верхнее отклонение при колебаниях после отключения тока к. з. найдется из уравнения (11), в котором $-j_0$ должно быть заменено на y_- , а нагрузка q на нагрузку q_0 .

Натурные экспериментальные исследования проводились на пролете четырехпроводной линии электропередачи 0,4 кВ (рис. 2). Длина пролета линии l была равна 40 м, расстояние между проводами по вертикали составляло 0,4 м, по горизонтали — 0,47 м. Исследования проводились с алюминиевыми проводами марок А-35 и А-50. Стрела провеса проводов была 0,4—0,8 м.

Экспериментальный пролет был связан с системой через трансформатор ТМ-250/6. Включение ли-

нии проводилось рубильником с предохранителем ПН-2. Создание искусственного к. з. осуществлялось контактором, установленным в конце линии. Номинальный ток контактора 300 А.

Регулирование тока к. з. проводилось путем изменения длины проводов (а следовательно, их сопротивления), включенных последовательно с испытываемой линией. Длительность к. з. определялась временем перегорания плавкой вставки предохранителя или временем срабатывания выключателя в сети 6 кВ. Время срабатывания выключателя регулировалось вручную. Максимальное время к. з. в опытах не превышало 6 с. Испытания проходили при одно- и двухфазных к. з.

Для измерения токов применялись трансформаторы тока УТТ-6, которые устанавливались в каждой фазе. Регистрация токов к. з. осуществлялась светолучевым осциллографом Н115 с оптико-механическим отметчиком времени. Движения проводов в пролете фиксировались скоростной кинокамерой СКС-1М (с частотой 200—300 кадров в 1 с) на кинолентку КН-3. Кинокамера устанавливалась на одной горизонтали с проводами в середине пролета. Синхронное включение испытываемой линии на к. з., скоростной камеры и осциллографа проводилось дистанционно с пульта управления.

В качестве примера на рис. 3 представлены измеренные в эксперименте вертикальные смещения проводов в середине пролета при одно- и двухфазных к. з. По оси ординат на рис. 3 отложены расстояния h от уровня, условно принятого за 0, до середины провода. Точки $t_{к.з.}$ соответствуют моментам начала к. з., точки $t_{откл.}$ — отключению к. з. Параметры проводов и токов к. з. в опытах были следующими: марка провода соответственно А-35 и А-50, стрела провеса j_0 0,63 и 0,52 м; действующее значение тока к. з. I 2,9 и 1,2 кА; продолжительность к. з. t 0,15 и 2,9 с. Аперриодическая составляющая тока к. з. в опытах была практически равна нулю.

Испытания показали, что поведение провода при к. з. и после него расчетной схемой описывается удовлетворительно. Наблюдалась вертикальные смещения проводов. При включении и выключении тока к. з. возбуждались колебания с частотой 1—2 Гц.

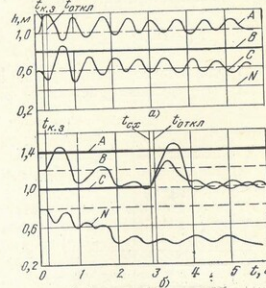


Рис. 3.

Очертания оси во время к. з. в ряде опытов были близкими к цепной линии. После отключения тока наблюдалось пространственные движения проводов, приводившие в ряде случаев к схлестыванию. Горизонтальные смещения при колебаниях после отключения тока к. з. были соизмеримы со смещениями в вертикальной плоскости. При пространственных колебаниях ось провода заметно отличалась от цепной линии.

Амплитуды колебаний проводов после отключения тока к. з. зависели от выбора момента отключения. При больших токах и продолжительных к. з. (более 1—2 с) наблюдалось возрастание стрелы провеса, связанное, по-видимому, с нагревом проводов.

В итоге, результаты которого представлены на рис. 3а, продолжительность к. з. была равна 0,15 с. Отключение тока к. з. произошло в момент, когда отклонения проводов (А-50) под действием электродинамических сил были близки к наибольшему. Колебания проводов в этом опыте после отключения тока к. з. были поэтому значительны. Амплитуды смещения проводов в середине пролета в сумме достигли 0,4 м, т. е. величины, близкой к исходному расстоянию между фазами. В этом опыте схлестывания проводов не произошло, хотя сближение их было, конечно, чрезмерным.

В опыте, результаты которого изображены на рис. 3б, длительные колебания проводов (А-35) привели к большим горизонтальным смещениям и схлестыванию фазы В с проводом фазы С, удаленным по горизонтали от колеблющейся фазы В на расстояние 0,47 м. На рис. 3б видно постепенное опускание середин короткозамкнутых проводов опытного пролета.

Значения смещений проводов при к. з. и после него, вычисленные по изложенной в статье методике, удовлетворительно совпадают с опытными данными. Процедура вычислений описывается в примере расчета.

Пример. Определить наибольшие отклонения проводов линии 0,4 кВ (рис. 2) при замыкании фазы В на нулевой провод N.

Исходные данные. Длина пролета между опорами $l = 40$ м. Провода марки А-35 с массой на единицу длины $m = 0,095$ кг/м. Стрела провеса провода $j_0 = 0,52$ м. Расстояние

УДК 621.315.66.027.3.001.4.006.2

Испытания опор линий высокого напряжения в различных режимах воздействия нагрузок

Л. В. ЯКОВЛЕВ, инж.

Союзтехэнерго

Испытание элементов высоковольтных линий на механические нагрузки производятся в Советском Союзе на испытательном стенде Союзтехэнерго в г. Хотьково (рис. 1).

Оборудование стенда и специальные нагрузочные и поддерживающие конструкции позволяют проводить в зависимости от характера прилагаемых нагрузок статические и динамические испытания.

Статические испытания проводятся нагрузками, скорость приложения которых не вызывает динамического воздействия на конструкцию, с целью

между фазами $a_0 = 0,4$ м. Действующее значение тока $I = 1,2$ кА. Аперриодическая составляющая тока к. з. равна нулю.

Определяем погонный вес провода

$$q_0 = mg = 0,095 \cdot 9,81 = 0,931 \text{ Н/м.}$$

По формуле (5) вычислим электродинамическую нагрузку при расстоянии между фазами, равном a ,

$$q_{3,a} = \frac{2 \cdot 10^{-7}}{0,4} (\sqrt{2} - 1 \cdot 2 \cdot 10^3)^2 \cdot 0,5 = 0,72 \text{ Н/м.}$$

По формуле (7в) находим среднее расчетное расстояние между проводами при к. з.

$$s \approx 0,4 + \frac{0,72 \cdot 0,52}{2 \cdot 0,931} = 0,601 \text{ м.}$$

Значение электродинамической нагрузки по формуле (5) при найденном значении s равно $q = 0,479$ Н/м. Вычисляем результирующие нагрузки на нижний и верхний провода:

$$q_n = 0,931 + 0,479 = 1,410 \text{ Н/м;}$$

$$q_v = 0,931 - 0,479 = 0,452 \text{ Н/м.}$$

По формулам (13) определяем значения v и ω для нижнего и аналогично для верхнего проводов

$$v_n = \left(\frac{1,410}{0,931} - \frac{20}{27} \right) \cdot 0,52^2 = 0,7476 \text{ м}^2; \quad v_v = 0,1688 \text{ м}^2;$$

$$\omega_n = \omega_v = \frac{2}{3} \cdot 0,52^2 = 0,1803 \text{ м}^2.$$

Вычисляем по формуле (12) наибольший прогиб нижнего и наименьший прогиб верхнего проводов при к. з.: $y_n = -0,67$ м; $y_v = -0,27$ м.

Таким образом, размах колебаний проводов при к. з. $\Delta y = 0,15$ м, для верхнего $\Delta y_v = 0,25$ м. Экспериментально полученные значения первого размаха колебаний при малом влиянии нагрева проводов к. з. (рис. 2б) $\Delta y_n = 0,16$ м, $\Delta y_v = 0,23$ м.

Список литературы

1. Кудрявцев Е. П. К расчету сближения проводов в пролете линий электропередачи при коротких замыканиях. — Изв. вузов. Энергетика, 1973, № 3.
2. Прочность, Устойчивость. Колебания/ Справочник под ред. И. А. Биргера, Я. Г. Пановко. — М.: Машиностроение, 1968, т. 1.
3. Электрическая часть станций и подстанций/ Под ред. А. А. Васильева. — М.: Энергия, 1980.
4. Кудрявцев Е. П., Долин А. П. Методика расчета электродинамической стойкости токовыводов напряжением 110 кВ и выше с учетом податливости опор. — Электричество, 1977, № 5.
5. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников. — М.: Наука, 1970.

Информационное сообщение

В павильоне «Электрификация СССР» на ВДНХ СССР 25 ноября 1981 г. открывается Международная тематическая выставка «Энергоавтоматизация 81». В выставке примут участие страны — члены СЭВ, а также Финляндия и Югославия. Будут отражены новейшие достижения в области:

- автоматизации атомных электростанций,
- автоматизации тепловых электростанций и теплоэлектроцентралей,
- автоматизации гидравлических электростанций,
- автоматизированных систем управления энергосистемами.

В экспозиции выставки будет представлена новая специальная аппаратура автоматизации, средств связи, приборов и датчиков, выпускаемых предприятиями энергетических отраслей в СССР и странах — членах СЭВ.

30 ноября откроется совещание «Автоматизированные системы управления технологическими процессами в энергетике», на котором ведущие специалисты Советского Союза и стран — членов СЭВ выступят с докладами и сообщениями о новых разработках и опыте эксплуатации автоматизированных систем управления технологическими процессами в энергетике.

Выставка «Энергоавтоматизация 81» будет способствовать обмену научно-техническим опытом между советскими и зарубежными специалистами, наметит пути дальнейшего совершенствования автоматизированных систем технологического и диспетчерского управления с учетом кооперации и интеграции в рамках СЭВ.

Выставка продлится по 23 декабря 1981 г.

Павильон «Электрификация СССР» работает с 10 до 18 ч ежедневно.