

ЛИТЕРАТУРА

1. Типовая инструкция по эксплуатации газомазутных теплофикационных водогрейных котлов типа ПТВМ. – М., 1979. – 28 с. 2. Бузников Е.Ф., Крылов А.К., Лесниковский Л.А. Комбинированная выработка пара и горячей воды. – М.: Энергоиздат, 1981. – 208 с. 3. А. с. 1068908 (СССР). Способ управления теплопроизводительностью группы водогрейных котлов / В.И.Литвинец, В.Б.Рубахин, Ю.В.Рымашевский и др. – Оpubл. в Б. И., 1984, № 3.

УДК 621.316.35.001.24

М.И.СТРЕЛЮК, И.И.СЕРГЕЙ, канд-ты
техн.наук, Ю.В.БЛАДЫКО, Ю.ЮСЕФ (БПИ)

РАСЧЕТ ОТКЛОНЕНИЙ ГИБКОЙ ОШИНОВКИ ОТКРЫТЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Согласно ПУЭ-76 (IV-2-55) расстояния в свету между гибкими шинами открытых распределительных устройств (ОРУ) должны выбираться с учетом их горизонтального отклонения под действием ветра. Расчет горизонтальных отклонений производится по выражению

$$f_y = f \sin \alpha, \quad (1)$$

где f_y – горизонтальное отклонение провода; f – стрела провеса провода; α – угол отклонения плоскости провода от вертикали.

$$\alpha = \arctg(P_y/P_z), \quad (2)$$

где P_y – воздействие ветра на провод; P_z – сила тяжести провода.

При таком подходе к расчету горизонтальных отклонений проводов шин не учитываются натяжные гирлянды изоляторов и сосредоточенные нагрузки (шлейфы к смежным пролетам, отпайки к электрическим аппаратам), а кривая провисания ошиновки является плоской линией.

В проектной практике при определении угла отклонения в выражение (2) подставляются суммарные нагрузки от проводов и натяжных гирлянд изоляторов. Предполагается также, что при воздействии ветра провод и натяжные гирлянды изоляторов лежат в одной плоскости.

Ввиду повышенных требований к надежности ОРУ 500–750 кВ мощных АЭС при выборе расстояний между фазами гибких шин таких ОРУ, проектируемых институтом "Атомтеплоэлектропроект", расчет горизонтальных отклонений производился как обычными традиционными способами ручного счета, так и на ЭВМ.

Расчет вручную производился согласно формулам (1), (2), приведенным в "Указаниях по механическому расчету проводов гибкой ошиновки ОРУ 35–500 кВ", которые разработаны институтом "Энергосетьпроект" в 1968 г. Для работы на ЭВМ использовалась программа механического расчета гибкой ошиновки ОРУ с учетом ее конструктивных элементов, подготовленная в 1984 г. на кафедре "Электрические станции" БПИ в рамках целевой комп-

лексной научно-технической программы. В качестве расчетной модели гибкой ошиновки ОРУ принята кусочно-однородная гибкая упругая нить [1] .

При сравнении результатов расчета по указанным двум методикам было установлено их существенное различие, причина которого исследовалась в БПИ по предложению "Атомтеплоэлектропроекта".

Особенностью конструкции гибкой ошиновки ОРУ сверхвысокого напряжения является наличие длинных многоцепных гирлянд изоляторов, длина которых сопоставима с длиной пролета. Например, длина шинного пролета ОРУ-750 кВ равна 80 м, а длина двух натяжных гирлянд с учетом арматуры – 18,8 м, что составляет около 25 % длины пролета.

Для выявления факторов, которые влияют на погрешность результатов, получаемых по различным методикам, были выполнены расчеты гибкой ошиновки ОРУ-750 кВ:

по разработанной программе на ЭВМ;

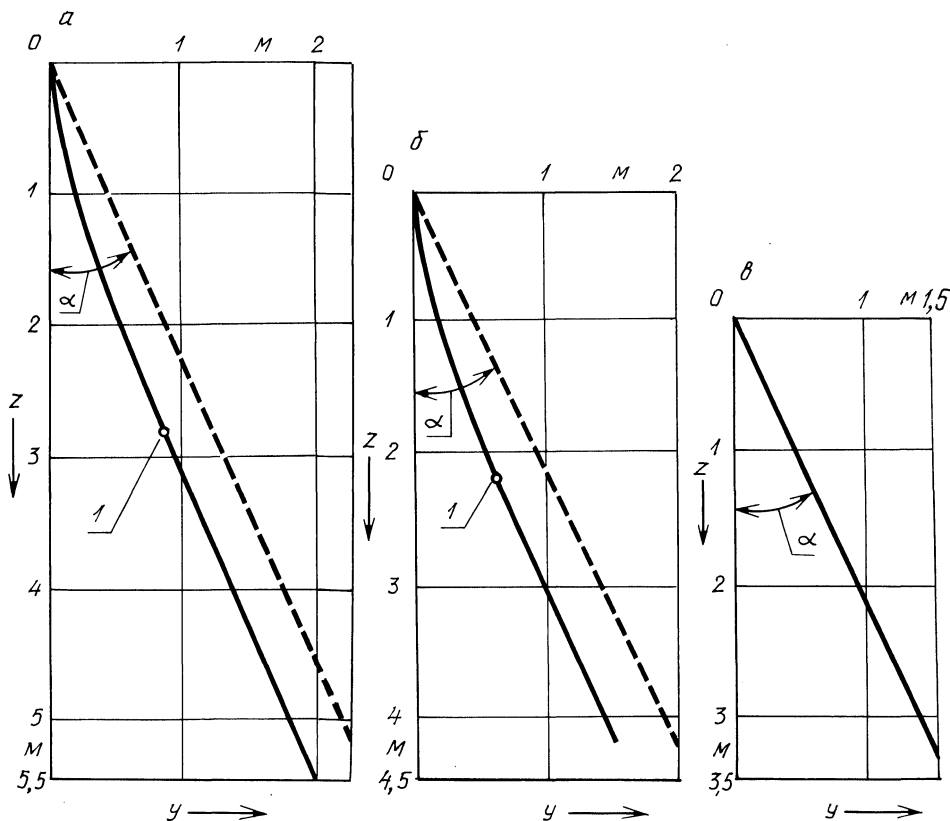


Рис. 1. Влияние конструктивных элементов на геометрию провода:

а) полная расчетная схема; б) неполная расчетная схема; в) упрощенная расчетная схема. Сплошная линия – положение провода, рассчитанное по программе; пунктирная – положение провода, рассчитанное по формулам (1), (2); 1 – положение конца натяжной гирлянды изоляторов.

по формулам (1), (2), приведенным в "Указаниях по механическому расчету";

по методике [2] .

Расчет отклонений проводов ОРУ выполнялся для трех расчетных схем пролета:

1) полной расчетной (провод, две натяжные гирлянды изоляторов, два шлейфа и отпайка);

2) неполной (провод и две натяжные гирлянды изоляторов);

3) упрощенной (провод).

Результаты расчета по различным методикам для указанных схем приведены в табл. 1 и на рис. 1. Расчеты выполнялись для проводов 4х ПА-500 с длиной пролета 79,6 м, тяжением 50 кН, высотой подвеса 32 м. Для крепления провода использовались гирлянды изоляторов 2 × 46 ПС 12-А массой 767 кг и длиной 9,4 м (с учетом арматуры). При этом учитывались распорки массой 7,2 кг на расстоянии 10 м одна от другой, шлейфы длиной 20 м, отпайка длиной 12 м. Отпайка крепится с одной стороны к проводу на расстоянии 30,7 м от портала, с другой – к электрическому аппарату, координаты которого равны $x = 30,9$ м; $y = 4,5$ м; $z = 16,95$ м. Расчеты проводились для режима максимальной нагрузки с толщиной стенки гололеда 20 мм, скоростью ветра 15 м/с, температурой воздуха – 5 °С.

Сравнение результатов наглядно показывает, как влияют различные конструктивные элементы гибкой ошиновки ОРУ на точность расчета отклонений. Наиболее близкое совпадение результатов расчета отклонений проводов имеет место для упрощенной расчетной схемы, включающей только провод. Расхождение между ними не превышает 0,28 % (табл. 1). Однако погрешность расчета возрастает при наличии в пролете натяжных гирлянд изоляторов, и она тем больше, чем больше длина гирлянд. Для ОРУ-750 кВ, где длина гирлянд составляет 25 % от всего пролета, а масса гирлянд изоляторов превышает более чем в 4 раза суммарную массу провода, погрешность расчета горизонтального отклонения по формулам (1), (2) составляет 24 %. Основным фактором, приводящим к такой погрешности, является то, что провод и гирлянда изоляторов при воздействии ветра не лежат в одной плоскости (рис. 1). В случае полной расчетной схемы приближенный учет сосредоточенных нагрузок вносит дополнительную погрешность в расчет стрелы провеса провода. Например, замена сосредоточенных усилий от шлейфов равномерно распределенными по длине гирлянды приводит к занижению стрелы провеса.

При наличии сосредоточенных сил, а также при разных высотах подвеса по его концам максимальная стрела провеса, как правило, не находится в середине пролета. В программе поиск максимальной стрелы провеса осуществляется автоматически. При расчетах вручную она определяется методом проб или построением эпюры поперечных сил [2] , что приводит к увеличению погрешности.

Для режимов, отличных от исходного, появляется также погрешность в стреле провеса, которая обусловлена приближенным определением тяжения из уравнения состояния провода.

Достоверность результатов, полученных по программе механического расчета, подтверждена их сопоставлением с результатами расчета по методике [2] для наиболее простых расчетных схем пролета (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

**Сравнение результатов расчета горизонтальных отклонений гибкой ошиновки
по различным методикам**

Расчетная схема	Результаты расчета							
	по программе на ЭВМ		по методике [2]			по "Указаниям"*		
	f_z^{\max} , м	f_y^{\max} , м	f_z^{\max} , м	f_y^{\max} , м	Δf_y , %	f^{\max} , м	f_y^{\max} , м	Δf_y , %
Две натяжные гирлянды, провод, два шлейфа, отпайка	5,393	1,966	5,417	1,789	-9,02	5,600	$\frac{2,244}{1,141}$	$\frac{14,2}{-42,0}$
Две натяжные гирлянды, провод	4,183	1,453	4,207	1,449	-0,275	4,496	$\frac{1,802}{0,916}$	$\frac{24,0}{-37,0}$
Провод	3,319	1,452	3,311	1,448	-0,275	3,632	1,456	0,25

* В числителе приведены результаты, полученные по (2) без учета натяжных гирлянд изоляторов; в знаменателе – их учетом.

Усложнение расчетной схемы пролета обуславливает возрастание погрешности методики [2] (табл. 1) вследствие приближенного учета отпаек и гирлянд изоляторов. К примеру, эта методика не учитывает реального расположения отпаек в ОРУ, что делает практически невозможной оценку горизонтальных составляющих усилий от отпаек на провода гибких шин.

Следовательно, можно сделать ряд выводов. Расчет горизонтальных отклонений гибких шин ОРУ сверхвысокого напряжения по приведенным в ПУЭ формулам приводит к существенной погрешности (до 25 %).

Значительно меньшую погрешность расчетов дает методика, приведенная в [2], однако она применяется лишь в частных случаях расположения гибких шин и отпаек в ОРУ.

Разработанная программа механического расчета гибкой ошиновки на ЭВМ является универсальной и может быть использована при проектировании ОРУ сверхвысокого напряжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрелюк М.И., Сергей И.И., Бладыко Ю.В. Численный метод расчета статики гибкой ошиновки ОРУ в различных режимах климатических воздействий // Изв. вузов СССР. Энергетика. – 1983. – № 8. – С. 8–14.
2. Бошнякович А.Д. Расчет пролетов подстанций и больших проводов ЛЭП. – Л., Энергия, 1975. – 248 с.

УДК 621.313.323

В.С.ЛИВШИЦ, А.И.ЛАПИДУС,
канд-ты техн.наук (БПИ)

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С ЭЛЕКТРОМАШИНЫМ ВОЗБУДИТЕЛЕМ

Имеющиеся на промышленных предприятиях синхронные двигатели (СД) средней и большой мощности, как правило, экономически выгодно использовать в качестве местных источников реактивной мощности. Для этого обычно требуется осуществлять автоматическое регулирование возбуждения СД. Синхронные двигатели, выпускаемые в настоящее время, комплектуются тиристорными возбудителями с автоматическим управлением. Однако в эксплуатации еще имеется много СД с электромашинными возбудителями без автоматического регулирования. Выпуск же автоматических регуляторов для СД с электромашинным возбуждением в настоящее время прекращен.

В статье рассматривается автоматический регулятор возбуждения СД, в котором использован командный блок серийно выпускаемого регулятора мощности батарей конденсаторов типа АРКОН-1 [1].

Регулятор АРКОН позволяет осуществлять регулирование по напряжению (с компенсацией по току) или по реактивному току (реактивной мощности). Первый вариант применяется при использовании СД для компенсации реактивной мощности. Контролируемый параметр (напряжение или реактивный ток) удерживается в требуемом диапазоне, который задается уставкой параметра и зоной нечувствительности. Параметр и зона нечувствительности вы-