

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ СССР

МОСКОВСКИЙ ордена ЛЕНИНА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ



**Т Р У Д Ы**  
**МОСКОВСКОГО ордена ЛЕНИНА**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА**

Тематический сборник

**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И**  
**ЭКОНОМИЧНОСТИ РАБОТЫ**  
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ**

Выпуск 346

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ШИН, РАБОТАЮЩИХ В ОБЛАСТИ УПРУГО ПЛАСТИ- ЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

Инж. А.П.ДОЛИН,  
инж. Р.В.БАЗЫКИН

Согласно Правилам устройства электроустановок (ПУЭ), допустимое напряжение  $\sigma_{\text{доп}}$  в материале шин при коротких замыканиях (к.з.) составляет 70% от временного сопротивления разрыву  $\sigma_{\text{в}}$ . В то же время для многих материалов допустимые напряжения остаются ниже предела текучести  $\sigma_{\text{T}}$

$$\sigma_{\text{доп}} = 0,7\sigma_{\text{в}} \leq \sigma_{\text{T}}. \quad (I)$$

Исследования электродинамической стойкости токопроводов в области упругих деформаций (при выполнении условия (I)) проводились, например - в [1-3].

Однако неравенство (I) справедливо не для всех материалов шин и, в частности, согласно ГОСТ 15175-70 и ГОСТ 15176-70, не выполняется для алюминиевого сплава АД31Т. Кроме того, ряд зарубежных исследований [4] показывает принципиальную возможность работы шин в области упруго-пластических деформаций. Поведение шин за пределами текучести при воздействии на них сложных видов нагрузок, какими являются электродинамические силы, изучено недостаточно. Поэтому для выбора расчетной схемы, для теоретической оценки электродинамической стойкости шин, для обоснования возможности и целесообразности работы шин при к.з. в области упруго-пластических деформаций необходимо проведение экспериментальных исследований.

Ниже приводятся результаты экспериментальных исследований поведения шин в области упруго-пластических деформаций. Испытания проводили на специально созданном пятипролетном двухпроводном макете токопровода (рис.1) с шинами прямоугольного сечения 60x8 мм марки АД0, установленными на ребро. Для создания достаточной жесткости опор шинодержатели выполнялись из профильной стали (см.рис.1). Электрическая изоляция шин от заземленных опор осуществлялась текстолитовыми прокладками. Длина пролета шины  $\ell = 0,45$  м, расстояние между фазами  $\alpha = 0,25$  м. Предел текучести материала шин в опытах на растяжение составил примерно 6 кгс/мм<sup>2</sup> (58,9 МПа), модуль упругости - 700 кгс/мм<sup>2</sup> (6,87  $\cdot 10^{10}$  Па).

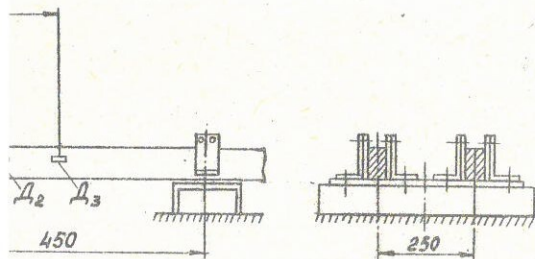


Рис. I

деформаций шин проводилось тремя проводочными ( $D_1, D_2, D_3$ ) типа ШКБ-10-100ГВ (установленными в окопровода, как показано на рис. I) по неполной использованию тензометрической станции УТЧ-1 Г05. Датчики крепились к шине смолой ЭД-20. Экспериментально определенные частоты собственных колебаний составляют соответственно 206,5 и 212 Гц. Изменялся при испытаниях от 40 до 150 кА. Продолжительность тока - 2-3 периода, постоянная временная составляющая тока к.з.  $T_2$  равнялась в соответствии с [5] временное сопротивление разрыву при АДО сечением до 100 см<sup>2</sup> составляет 7 кгс/мм<sup>2</sup> образом, согласно ПУЭ, допустимый ток для испытательной конструкции составил примерно 48 кА. Основные деформации были зафиксированы при испытании. При дальнейшем увеличении тока образовывались трещины в заземлениях. При этом отчетливо была видна кривая линии шины у кромки шинодержателя. Максимум в середине пролета и при токе 150 кА, по-видимому, увеличился. Увеличение токов испытания сопровождается увеличением, так и остаточных деформаций и проведена зависимость максимальных остаточных

прогибов  $U_{ост}$  в среднем (зачетном) пролете шины от ударного тока. Остаточные прогибы после воздействия током 150 кА составили 5,5% от длины пролета и 10% от расстояния  $Q$  между фазами токопровода. В том же опыте максимальный прогиб шины был около 25% от  $Q$ . Поскольку условия заделки концов шин в крайних пролетах иные, остаточные прогибы там были выше.

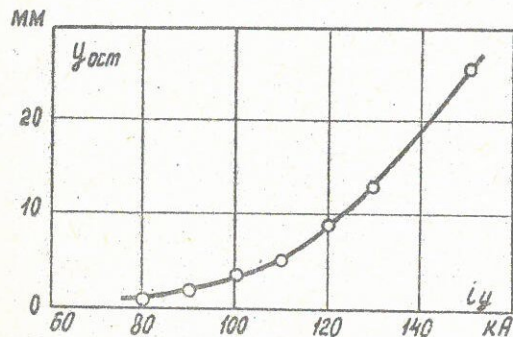


Рис. 2

При неглубоких упруго пластических деформациях колебания шин незначительно отличались от колебаний в упругой зоне. С увеличением электродинамической нагрузки характер вынужденных колебаний претерпевал некоторые изменения. Свободные колебания изменялись незначительно. Логарифмический декремент затухания шин в большинстве опытов составил величину около 0,02-0,04. На рис. 3 приводятся осциллограммы деформаций материала  $\delta$  в точках  $D_1, D_2$  и  $D_3$  при ударных токах к.з. 60, 110 и 150 кА.

Результаты эксперимента не противоречат расчетам по предельному состоянию [6]. Как известно, расчет балки с заделанными концами по предельному состоянию сводится к определению нагрузки, при которой в материале балки образуются три пластических шарнира: два в точках крепления и один в центре пролета. В расчетах предполагалось, что момент в пластическом шарнире равен 105 Нм. Это значение было получено экспериментально при статическом нагружении на изгиб шарнирно опертого образца из материала шины. Опытное значение момента в пластическом шарнире соответствует пределу текучести в 1,8 раза большему, чем предел текучести,

опытах на растяжение. Поскольку пластический шар по кромкам шинодержателя, длина пролета шины влось равной 0,39 м. Приблизительно учитывалось так-электродинамической нагрузки вследствие увеличения у шинами при к.з. В результате вычислений пре-ое значение тока оказалось приблизительно равным

ы опытов говорят о более высокой прочности шин, расчетным путем по предельному состоянию для ста-ки. Это может быть связано с динамическим харак-ей силы. Эксперименты показали высокую прочность исле нагружений большими токами к.з. Электродина-сть шин в условиях, подобных экспериментальным, оп-видимому, деформациями в материале проводника.

#### Литература

И., ДОЛИН А.П., ВАСИЛЬЕВ А.А. Методика расчета шин ляторов распределительных устройств напряжением лектродинамическую стойкость.- "Промышленная энер-", № II, с.36-39.

, ДОЛИН А.П., КУДРЯВЦЕВ Е.П. Приближенный расчет изоляторов на электродинамическую стойкость при каниях.- "Известия вузов. Электромеханика", 1976, 0.

. К методике оценки электродинамической стойкос-ов.- Труды МЭИ, 1975, вып.274, с.142-146.

P, Kellez W. Die Ermittlung der n Kurzschlußbeanspruchungen von alordnungen in Schaltanlagen, "Elektrische, e und thermische Beanspruchung nischer Geräte und Anlagen" XIX Intern 4 Ternaui, 1974, s.101-108.

Шины прессованные электротехнического назначе-я и алюминиевых сплавов. М., ГКС СМ СССР, 1970, 9с.  
Сопротивление материалов. М., "Наука", 1970,