

Баранов М. И., Рудаков С. В., Петрукович Д. Е., Лисяк В. А.

ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ПРОВОДОВ И КАБЕЛЕЙ К ВОЗДЕЙСТВИЮ НОРМИРОВАННОГО АПЕРИОДИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСА ТОКА ИСКУССТВЕННОЙ МОЛНИИ

В статье приведены результаты экспериментальных исследований электротермической стойкости образцов ряда проводов и кабелей электрических цепей объектов промышленной электроэнергетики с медными (алюминиевыми) жилами (экранами), поливинилхлоридной и полиэтиленовой изоляцией к действию короткого удара большого импульсного тока искусственной молнии с нормированными по международному стандарту IEC 62305-1:2010 амплитудно-временными параметрами и допусками на них.

Ключевые слова: большой импульсный ток молнии, провода и кабели электрических цепей объектов электроэнергетики, генератор большого импульсного тока искусственной молнии, электротермическая молниестойкость кабельно-проводниковой продукции.

Введение. Одним из путей для надежной электротермической и противопожарной защиты от прямого (косвенного) удара молнии электроэнергетических объектов (ЭЭО) и их инженерных сетей является обоснованный выбор кабельно-проводниковой продукции, устанавливаемой в их первичные и вторичные электрические цепи и отвечающей жестким условиям молниестойкости. Согласно требованиям действующих международных и национальных стандартов [1–6] при коротком ударе молнии в проводах и кабелях силовых цепей ЭЭО могут протекать импульсные токи положительной полярности амплитудой I_{mL} , имеющие аperiodическую временную форму $\tau_f/\tau_p=10$ мкс/350 мкс, где τ_f , τ_p – соответственно длительность фронта между уровнями $(0,1-0,9)I_{mL}$ и длительность импульса тока на уровне $0,5I_{mL}$. В [1–6] приведены нормированные амплитудно-временные параметры (АВП) и допуски на них для указанного аperiodического импульса тока молнии, соответствующие I–IV уровням защиты от молнии ЭЭО и их инженерных коммуникаций. При этом, например, для низшего IV уровня защиты от молнии ЭЭО набор АВП и иных характеристик воздействующего на них аperiodического импульса тока 10/350 мкс молнии характеризуется следующими нормированными количественными значениями [1–7]: $\tau_p=350$ мкс (с погрешностью $\pm 10\%$); $I_{mL}=100$ кА (с погрешностью $\pm 10\%$); удельная энергия (интеграл действия тока молнии) $J_L=2,5 \cdot 10^6$ А²·с (с допуском $\pm 35\%$); протекший заряд $q_L=\pm 50$ Кл (с погрешностью $\pm 20\%$). Что касается численного значения τ_f , то оно при погрешности $\pm 20\%$ может находиться в диапазоне $10 \text{ мкс} \leq \tau_f \leq 15 \text{ мкс}$. Кроме того, время $t_m \approx 1,6\tau_f$, соответствующее токовой амплитуде I_{mL} , по требованиям [1–5] не должно превышать 25 мкс, а по [6] – 50 мкс. В настоящее время отсутствуют методические и иные данные, которые можно использовать для указанного выбора проводов и кабелей электрических цепей ЭЭО, отвечающего существующим требованиям [1–6]. В этой связи проведение на высоковольтном сильноточном оборудовании экспериментальных исследований по определению электротермической молниестойкости кабельно-проводниковой продукции ЭЭО и дальнейшей обработке результатов эксперимента является актуальной метрологической и научно-технической задачей.

Постановка задачи. Рассмотрим провода и кабели с медными (алюминиевыми) жилами (экранами), поливинилхлоридной (ПВХ) и полиэтиленовой (ПЭТ) изоляцией. Для их электротермических испытаний на молниестойкость используем прямолинейные опытные образцы (ОО) данных проводов (кабелей) длиной 0,5 м, жестко закрепляемые в сильноточной разрядной цепи генератора импульсного тока молнии (ГИТМ). В качестве ГИТМ выбираем мощный высоковольтный генератор типа ГИТМ-10/350 [7], воспроизводящий на низкоомной и малоиндуктивной электрической нагрузке аperiodические импульсы тока 10/350 мкс искусственной молнии положительной полярности с нормированными АВП и допусками на них, удовлетворяющие требованиям действующих международных и национальных стандартов [1–6]. В ходе экспериментальных исследований на генераторе ГИТМ-10/350 требуется в первом приближении

определить при комнатной температуре $\theta_0=20^\circ\text{C}$ максимальные значения предельно допустимых δ_{m1d} и критических δ_{m1k} плотностей аperiodического импульса тока 10/350 мкс искусственной молнии с нормированными АВП [1–6] в токоведущих частях указанных ОО проводов и кабелей электрических цепей ЭЭО.

Результаты испытаний проводов и кабелей ЭЭО на стойкость к импульсу тока 10/350 мкс искусственной молнии. На рис. 2 показан общий вид рабочего стола генератора типа ГИТМ-10/350 с жестко закрепленной в его сильноточной разрядной цепи сплошной круглой медной жилой диаметром 3,5 мм и сечением $S_1 \approx 9,6 \text{ мм}^2$ ОО радиочастотного коаксиального кабеля марки РК Д2-3,5/9 [14] до протекания по ней аperiodического импульса тока 15/335 мкс искусственной молнии амплитудой около $I_{mL} \approx 85,6 \text{ кА}$.

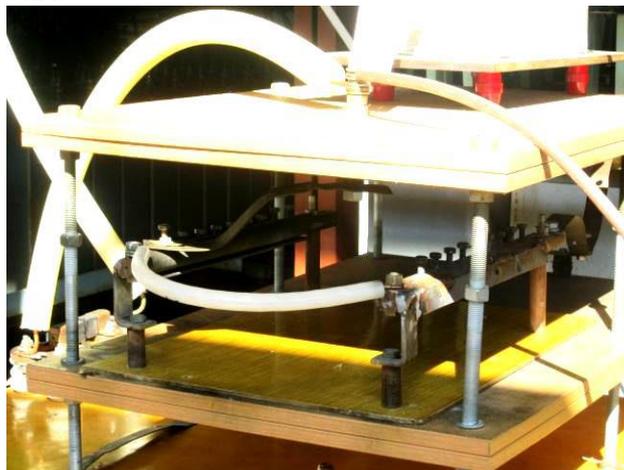


Рис. 2. Внешний вид рабочего стола мощного высоковольтного генератора типа ГИТМ-10/350 с жестко закрепленной на его массивных стальных электродах сплошной круглой медной жилой сечением $S_1 \approx 9,6 \text{ мм}^2$ коаксиального кабеля марки РК Д2-3,5/9 с полувоздушной ПЭТ изоляцией длиной 0,5 м снятыми защитной ПЭТ оболочкой и витым медным экраном до воздействия на нее аperiodического импульса тока 15/335 мкс искусственной молнии амплитудой $I_{mL} \approx 85,6 \text{ кА}$ ($U_{31-3} \approx 16,5 \text{ кВ}$; $U_{34} \approx 4,2 \text{ кВ}$)

На рис. 3 приведена зафиксированная с помощью поверенных государственной метрологической службой измерительного шунта типа ШК-300 [7,10] и цифрового запоминающего осциллографа типа Tektronix TDS 1012 осциллограмма аperiodического импульса тока 15/335 мкс искусственной молнии, протекающего в разрядной цепи генератора типа ГИТМ-10/350 через медную жилу ОО указанного кабеля длиной 0,5 м.

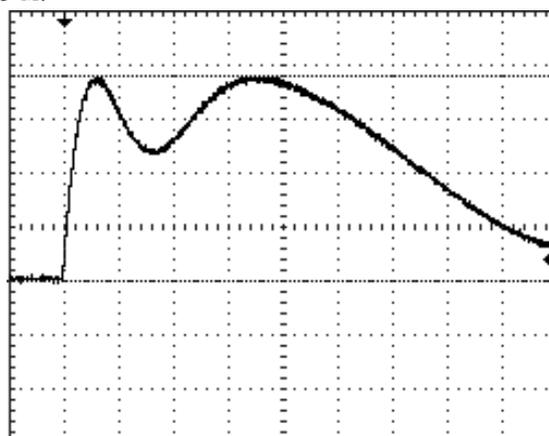


Рис. 3. Осциллограмма аperiodического импульса тока искусственной молнии в цепи генератора типа ГИТМ-10/350 при разряде его ГИТ-1 – ГИТ-4 на сплошную круглую медную жилу сечением $S_1 \approx 9,6 \text{ мм}^2$ радиочастотного кабеля марки РК Д2-3,5/9 с полувоздушной ПЭТ изоляцией длиной 0,5 м и удаленными защитной ПЭТ оболочкой и витым медным экраном ($I_{mL} \approx 85,6 \text{ кА}$; $\delta_{m1} \approx I_{mL}/S_1 \approx 8,9 \text{ кА/мм}^2$; $\tau_f \approx 15 \text{ мкс}$; $t_m \approx 25 \text{ мкс}$; $\tau_p \approx 335 \text{ мкс}$; $J_L \approx 2 \cdot 10^6 \text{ А}^2 \cdot \text{с}$; $q_L \approx 42 \text{ Кл}$; $U_{31-3} \approx 16,5 \text{ кВ}$; $U_{34} \approx 4,2 \text{ кВ}$; масштаб по вертикали – 22,52 кА/клетка; масштаб по горизонтали – 50 мкс/клетка)

После воздействия на нее данного импульса тока амплитудой $I_{mL} \approx 85,6$ кА ОО радиочастотного коаксиального кабеля марки РК Д2-3,5/9 остался визуально целым и соответственно как электродинамически, так и электротермически не поврежденным.

Максимальное значение плотности тока в медной жиле ОО рассматриваемого кабеля составляло примерно $\delta_{m1} \approx I_{mL}/S_1 \approx 8,9$ кА/мм². Найденное в медной жиле радиочастотного кабеля марки РК Д2-3,5/9 с ПЭТ изоляцией для этого случая ($I_{mL} \approx 85,6$ кА; $J_L \approx 2 \cdot 10^6$ А²·с) расчетным путем с учетом [15] амплитудное значение предельно допустимой плотности δ_{m1d} импульса тока 15/335 мкс искусственной молнии из соотношения $\delta_{m1d} \approx 1,353 \cdot 10^8 \cdot I_{mL}/(J_L)^{1/2}$ оказывается примерно равным $\delta_{m1d} \approx 8,2$ кА/мм². Из полученных нами приближенных данных следует, что расчетное значение плотности тока $\delta_{m1d} \approx 8,2$ кА/мм² отличается от ее опытного значения $\delta_{m1d} \approx 8,9$ кА/мм² примерно на 8 %.

На рис. 4 показан рабочий стол генератора типа ГИТМ-10/350 с закрепленной на его электродах расщепленной круглой медной жилой сечением $S_1 \approx 3,2$ мм² ОО радиочастотного коаксиального кабеля марки РК 50-7-11 со сплошной ПЭТ изоляцией [14] длиной 0,5 м до воздействия на нее импульса тока 15/335 мкс искусственной молнии амплитудой до $I_{mL} \approx 85,6$ кА.

Укажем, что используемая на рис. 3 величина прошедшего через токоведущие части ОО проводов и кабелей в разрядной цепи генератора типа ГИТМ-10/350 электрического заряда q_L определялась по соотношению $q_L \approx k_L I_{mL} (1,32\tau_p + 0,27t_m)$ [15], где k_L – нормирующий коэффициент, изменяющийся для проведенных нами испытаний в диапазоне (1,092–1,112).

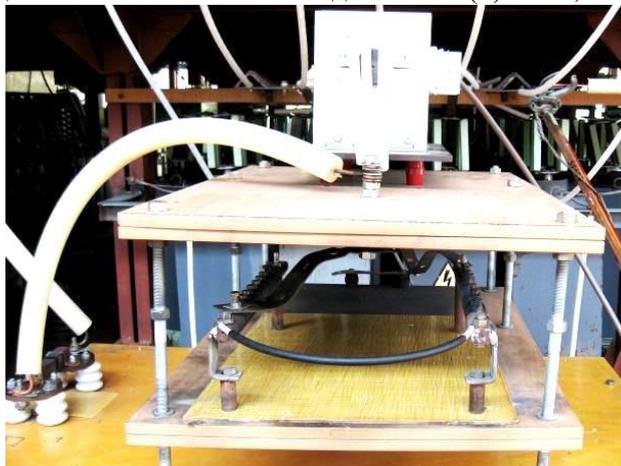


Рис. 4. Внешний вид рабочего стола генератора типа ГИТМ-10/350

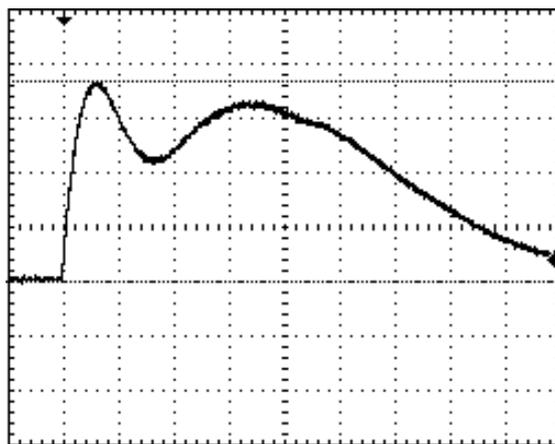


Рис. 5. Осциллограмма аperiodического импульса тока искусственной молнии в цепи генератора типа ГИТМ-10/350 при разряде его ГИТ-1 – ГИТ-4 на электрически взрывающуюся расщепленную круглую медную жилу сечением $S_1 \approx 3,2$ мм² радиочастотного коаксиального кабеля марки РК 50-7-11 со сплошной ПЭТ изоляцией длиной 0,5 м без использования при испытаниях его медного экрана-оплетки ($I_{mL} \approx 82,9$ кА; $\delta_{m1} \approx I_{mL}/S_1 \approx 25,9$ кА/мм²; $\tau_f \approx 17$ мкс; $t_m \approx 28$ мкс; $\tau_p \approx 310$ мкс; $J_L \approx 1,76 \cdot 10^6$ А²·с; $q_L \approx 37,9$ Кл; $U_{31-3} \approx 16,5$ кВ; $U_{34} \approx 4,2$ кВ; масштаб по вертикали – 22,52 кА/клетка; масштаб по горизонтали – 50 мкс/клетка)

На рис. 6 запечатлен момент подготовки к электротермическим испытаниям в силовоточной разрядной цепи генератора типа ГИТМ-10/350 ОО провода марки ПНП 2х2,5 с ПВХ изоляцией длиной 0,5 м, содержащего две параллельно подключенные к массивным стальным электродам рабочего стола используемого высоковольтного источника импульсного тока сплошные круглые медные жилы сечением $S_1 \approx 5 \text{ мм}^2$.



Рис. 6. Внешний вид рабочего стола генератора типа ГИТМ-10/350 с жестко закрепленными на его массивных стальных электродах сплошными круглыми медными жилами общим сечением $S_1 \approx 5 \text{ мм}^2$ ОО провода марки ПНП 2х2,5 с ПВХ изоляцией длиной 0,5 м до воздействия на них апериодического импульса тока 15/335 мкс искусственной молнии амплитудой около $I_{mL} \approx 85,6 \text{ кА}$ ($U_{31-3} \approx 16,5 \text{ кВ}$; $U_{34} \approx 4,2 \text{ кВ}$)

Осциллограмма воздействующего на сплошные круглые медные жилы ОО провода марки ПНП 2х2,5 с ПВХ изоляцией апериодического импульса тока искусственной молнии в этом случае практически повторяла осциллограмму, приведенную на рис. 3. Медные жилы данного провода выдержали оказанное на них сильное электротермическое и электродинамическое воздействие, а его ПВХ изоляция – нет. В этом случае имело место локальное разрушение его ПВХ изоляции из-за ее перегрева от протекающего по медным жилам рассматриваемого провода апериодического импульса 17/335 мкс тока искусственной молнии амплитудой $I_{mL} \approx 83,8 \text{ кА}$. На значительный нагрев ПВХ изоляции при этом виде испытаний указывает также то, что усредненное максимальное значение плотности импульсного тока $\delta_{m1} \approx 16,8 \text{ кА/мм}^2$ в медных жилах провода марки ПНП 2х2,5 примерно в 1,8 раза превышало расчетное амплитудное значение предельно допустимой в них плотности используемого импульса тока, равное $\delta_{m1d} \approx 1,506 \cdot 10^8 \cdot I_{mL} / (J_L)^{1/2} \approx 9,1 \text{ кА/мм}^2$ [15]. Кроме того, оценка температуры θ_1 импульсного джоулевого нагрева протекающим импульсом 17/335 мкс тока медных жил указанного провода по расчетному соотношению (2) из [15] показывает, что она составляла около $\theta_1 \approx 912 \text{ }^\circ\text{C}$. Разумеется, что такое значение θ_1 значительно превышает предельно допустимую кратковременную температуру θ_{1k} нагрева проводов (кабелей) с ПВХ изоляцией, составляющую примерно $150 \text{ }^\circ\text{C}$ [15,16]. Эти данные косвенно подтверждают достоверность экспериментально найденного нами максимального значения предельно допустимой плотности импульса 15/335 мкс тока искусственной линейной молнии в медных токоведущих частях проводов (кабелей) с ПЭТ и ПВХ изоляцией, численно составляющего примерно $\delta_{m1d} \approx 9 \text{ кА/мм}^2$.

На рис. 7 приведен внешний вид закрепленной на электродах рабочего стола генератора типа ГИТМ-10/350 сплошной круглой алюминиевой жилы сечением $S_1 \approx 6 \text{ мм}^2$ ОО провода марки АППВнг2х6 с ПВХ изоляцией длиной 0,5 м (вторая алюминиевая жила испытываемого провода была нами “заглушена”).

На рис. 8 изображена осциллограмма испытательного импульса 17/265 мкс тока искусственной молнии амплитудой $I_{mL} \approx 83,8 \text{ кА}$, протекающего через электрически взрывающуюся в силовоточной разрядной цепи генератора типа ГИТМ-10/350 алюминиевую жилу сечением $S_1 \approx 6 \text{ мм}^2$ провода марки АППВнг2х6 с ПВХ изоляцией ($\delta_{m1} \approx I_{mL} / S_1 \approx 14 \text{ кА/мм}^2$).



Рис. 7. Внешний вид рабочего стола генератора типа ГИТМ-10/350 с жестко закрепленной на его массивных стальных электродах сплошной круглой алюминиевой жилой сечением $S_1 \approx 6 \text{ мм}^2$ ОО провода марки АППВнг2х6 с ПВХ изоляцией длиной 0,5 м до воздействия на нее аperiодического импульса тока 15/335 мкс искусственной молнии амплитудой около $I_{mL} \approx 85,6 \text{ кА}$ ($U_{31-3} \approx 16,5 \text{ кВ}$; $U_{34} \approx 4,2 \text{ кВ}$)

Осциллограмма испытательного импульса 15/335 мкс тока имитированной молнии амплитудой $I_{mL} \approx 83,8 \text{ кА}$ в этом случае практически повторяла осциллограмму, показанную нами ранее на рис. 3. Амплитудное значение плотности импульсного тока в алюминиевых жилах ОО указанного провода составляло около $\delta_{m1} \approx I_{mL}/S_1 \approx 6,9 \text{ кА/мм}^2$. Оценка максимального значения предельно допустимой в алюминиевых жилах ОО провода марки АППВнг2х6 с ПВХ изоляцией плотности импульса тока 15/335 мкс по расчетному соотношению $\delta_{m1d} \approx 0,975 \cdot 10^8 \cdot I_{mL}/(J_L)^{1/2}$ [15] приводит нас к тому, что в данном случае $\delta_{m1d} \approx 5,9 \text{ кА/мм}^2$. Видно, что полученное при электротермических испытаниях опытное амплитудное значение предельно допустимой плотности $\delta_{m1d} \approx 6,9 \text{ кА/мм}^2$ используемого импульса 15/335 мкс тока искусственной молнии в алюминиевых жилах провода марки АППВнг2х6 с ПВХ изоляцией от соответствующего расчетного значения $\delta_{m1d} \approx 5,9 \text{ кА/мм}^2$ отличается примерно на 14 %.

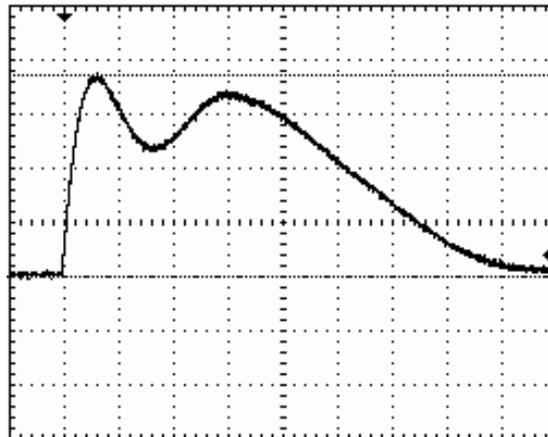


Рис. 8. Осциллограмма аperiодического импульса тока искусственной молнии в цепи генератора типа ГИТМ-10/350 при разряде его ГИТ-1 – ГИТ-4 на электрически взрывающуюся сплошную круглую алюминиевую жилу сечением $S_1 \approx 6 \text{ мм}^2$ провода марки АППВнг2х6 с ПВХ изоляцией длиной 0,5 м ($I_{mL} \approx 83,8 \text{ кА}$; $\delta_{m1} \approx I_{mL}/S_1 \approx 14 \text{ кА/мм}^2$; $\tau_f \approx 17 \text{ мкс}$; $t_m \approx 28 \text{ мкс}$; $\tau_p \approx 265 \text{ мкс}$; $J_L \approx 1,58 \cdot 10^6 \text{ А}^2 \cdot \text{с}$; $q_L \approx 33,3 \text{ Кл}$; $U_{31-3} \approx 16,5 \text{ кВ}$; $U_{34} \approx 4,2 \text{ кВ}$; масштаб по вертикали – 22,52 кА/клетка; масштаб по горизонтали – 50 мкс/клетка)

Выводы

1. Впервые экспериментальным путем установлено, что при решении актуальных прикладных задач молниезащиты электрических цепей объектов промышленной электроэнергетики к короткому удару грозовых разрядов в соответствии с требованиями ряда действующих в настоящее время международных и национальных стандартов необходимо исходить из того, что предельно

допустимая плотность импульса 15/335 мкс тока молнии в медных токоведущих частях их проводов (кабелей) с ПЭТ и ПВХ изоляцией численно составляет около $\delta_{m1d} \approx 9$ кА/мм², а в алюминиевых токоведущих частях их проводов (кабелей) с ПВХ изоляцией – около $\delta_{m1d} \approx 6$ кА/мм².

2. Из результатов выполненных экспериментальных исследований молниестойкости образцов кабельно-проводниковой продукции ЭЭО на уникальном высоковольтном генераторе импульсов тока искусственной молнии типа ГИТМ-10/350 следует, что критическая плотность ее импульса 15/335 мкс тока в медных токоведущих частях их проводов (кабелей) с ПЭТ и ПВХ изоляцией составляет примерно $\delta_{m1k} \approx 26$ кА/мм², а в алюминиевых токоведущих частях их проводов (кабелей) с ПВХ изоляцией – примерно $\delta_{m1k} \approx 14$ кА/мм². При достижении в медных (алюминиевых) жилах (экранах) проводов и кабелей электрических цепей ЭЭО таких плотностей указанного импульса тока молнии последние будут подвергаться ЭВ и выходу из строя.

3. Найденные опытные значения плотностей δ_{m1d} и δ_{m1k} нормированного согласно требований действующих международных и национальных стандартов импульса 15/335 мкс тока искусственной молнии в медных и алюминиевых токоведущих частях кабельно-проводниковой продукции электрических цепей ЭЭО будут при соответствующем выборе и обоснованной установке с их учетом подобной продукции в силовых электрических цепях ЭЭО способствовать повышению уровня их функциональной и противопожарной безопасности в условиях активной грозовой деятельности в постоянно окружающей объекты промышленной электроэнергетики воздушной атмосфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. IEC 62305-1:2010 “Protection against lightning – Part 1: General principles”.– Geneva, Publ. IEC, 2010.
2. IEC 62305-2:2010 “Protection against lightning – Part 2: Risk management”.– Geneva, Publ. IEC, 2010.
3. IEC 62305-3:2010 “Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard”.– Geneva, Publ. IEC, 2010.
4. IEC 62305-4:2010 “Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures”.– Geneva, Publ. IEC, 2010.
5. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р МЭК 62305-1–2010 “Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы”.– М.: Стандартинформ, 2011.– 46 с.
6. Deutsche Norm DIN EN 50164-1:2008 (VDE 0185–2001). Blitzschutzbauteile.–Teil 1: Anforderungen an Verbindungsbauteile.– Berlin, Buchverlag DS, 2008.– 16 s.
7. Баранов М.И., Колиушко Г.М., Кравченко В.И., Рудаков С.В. Мощный высоковольтный генератор аperiодических импульсов тока искусственной молнии с нормированными по международному стандарту IEC 62305-1:2010 амплитудно-временными параметрами // Электротехника і електромеханіка.– 2015.– №1.– С.51–56.
8. Берзан В. П., Геликман Б. Ю., Гураевский М. Н., Ермуратский В. В., Кучинский Г. С., Мезенин О.Л., Назаров Н.И., Перегудова Е.Н., Рудь В.И., Садовников А.И., Смирнов Б.К., Степина К.И. Электрические конденсаторы и конденсаторные установки: Справочник / Под ред. Г.С. Кучинского.– М.: Энергоатомиздат, 1987.– 656 с.
9. Дашук П.Н., Зайенц С.Л., Комельков В.С., Кучинский Г.С., Николаевская Н.Н., Шкурпат П.И., Шнеерсон Г. А. Техника больших импульсных токов и магнитных полей / Под ред. В.С. Комелькова. – М.: Атомиздат, 1970.– 472 с.
10. Баранов М.И., Колиушко Г.М., Кравченко В.И., Недзельский О.С., Дныщенко В.Н. Генератор тока искусственной молнии для натуральных испытаний технических объектов // Приборы и техника эксперимента.– 2008.– №3.– С.81–85.
11. Баранов М.И. Выбор и установка защитных высоковольтных керамических резисторов в зарядно-разрядных цепях мощных емкостных накопителей энергии // Вісник НТУ “ХПІ”. Збірник наукових праць. Серія: “Техніка та електрофізика високих напруг”.– Харків: НТУ “ХПІ”, 2014.– №50 (1092).– С.13–20.
12. Баранов М.И., Колиушко Г.М., Недзельский О.С., Пличко А.В., Понуждаева Е.Г. Высоковольтный управляемый сильноточный искровой разрядник с графитовыми электродами РВГУ-50 // Вісник НТУ “ХПІ”. Збірник наукових праць. Серія: “Техніка та електрофізика високих напруг”.– Харків: НТУ “ХПІ”, 2014.– № 50 (1092).– С.28–37.

13. Баранов М.И., Колиушко Г.М., Кравченко В.И., Недзельский О.С. Высоковольтные высоковольтные воздушные разрядники генератора тока искусственной молнии // Приборы и техника эксперимента.– 2008.– №6.– С.58–62.
14. Белоруссов Н.И., Саакян А.Е., Яковлева А.И. Электрические кабели, провода и шнуры: Справочник / Под ред. Н.И. Белоруссова.– М.: Энергоатомиздат, 1988.– 536 с.
15. Баранов М.И., Кравченко В.И. Электротермическая стойкость проводов и кабелей летательного аппарата к поражающему действию импульсного тока молнии // Электричество.– 2013.– №10.– С.7–13.
16. Электротехнический справочник: Производство и распределение электрической энергии. Том 3, Кн. 1 / Под ред. И. Н. Орлова. – М.: Энергоатомиздат, 1988.– 880 с.

М. І. Баранов, С. В. Рудаков, Д. Є. Петрукович, В. О. Лисяк

ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ПРОВІДІВ І КАБЕЛІВ ДО ДІЇ НОРМОВАНОГО АПЕРІОДИЧНОГО ІМПУЛЬСУ СТРУМУ ШТУЧНОЇ БЛИСКАВКИ

Наведено результати експериментальних досліджень електротермічної стійкості зразків ряду дротів і кабелів електричних кіл об'єктів промислової електроенергетики з мідними (алюмінієвими) жилами (екранами), полівінілхлоридною і поліетиленовою ізоляцією до дії короткого удару великого імпульсного струму штучної блискавки з нормованими за міжнародним стандартом IEC 62305-1:2010 амплітудно-часовими параметрами й допусками на них.

Ключові слова: великий імпульсний струм блискавки, дроти й кабелі електричних кіл об'єктів електроенергетики, генератор великого імпульсного струму штучної блискавки, електротермічна блискавкостійкість кабельно-провідникової продукції.

M. I. Baranov, S. V. Rudakov, D. E. Petrukovich, V. A. Lisiak

EXPERIMENTAL RESEARCHES OF ELECTRO-THERMAL RESISTIBILITY OF SEND-OFFS AND CABLES TO ACTION RATIONED ON THE APERIODIC IMPULSE OF CURRENT OF ARTIFICIAL LIGHTNING

Experimental researches of electro-thermal resistibility of cable-explorer products, applied in the power electric circuits of objects of industrial electroenergy, to action on its copper and aluminium parts bearings a current rationed on the international standard of IEC 62305-1:2010 aperiodic impulse 10/350 μ s of current of artificial lightning. Electrophysics bases of technique of high tensions and large impulsive currents (LIC), and also scientific and technical bases of planning of devices of high-voltage impulsive technique and measuring in them LIC. Experimental a way the quantitative levels of maximal values maximum of possible and critical closenesses of aperiodic impulse are ertain 10/350 μ s of current of artificial lightning with rationed on the international standard of IEC 62305-1:2010 peak-temporal parameters and admittances on them in copper (aluminium) parts bearings a current of send-offs and cables with a polyethylene (PET) and polyvinilkhlорide (PVKH) isolation. First in world practice on the unique powerful high-voltage generator of LIC of artificial lightning experimental researches of resistibility to lightning of pre-production models of send-offs (cables) are conducted with copper (aluminium) tendons, PET and PVKH by an isolation, in-use in power electric circuits electroenergy objects. The use in practice of protecting from lightning of the got results will allow substantially to promote functional and fire-prevention safety of engineerings communications of objects of industrial electroenergy in the conditions of action on them of short shots of linear lightning.

Key words: large impulsive current of lightning, wires and cables of electric chains of objects of electroenergy, generator of large impulsive current of artificial lightning, electro-thermal resistibility to lightning of cable-explorer products.