

В.В.КНЯЗЕВ, канд.техн.наук, вед.науч.сотр., НТУ «ХПИ»;
Ю.С.НЕМЧЕНКО, гл.метролог, НТУ «ХПИ»;
И.П.ЛЕСНОЙ, зав.лаб., НТУ «ХПИ»;
С.Б.СОМХИЕВ, вед.инженер, НТУ «ХПИ»;
Т.Н.ОСТРОВЕРХ, вед.инженер, НТУ «ХПИ»

УСТАНОВКА У-КП-150 ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УСТОЙЧИВОСТЬ К КОНДУКТИВНЫМ ПОМЕХАМ В ПОЛОСЕ ЧАСТОТ ОТ 0 ГЦ ДО 150 КГЦ

Описано конструкцію і результати атестації установки У-КП-150, призначеної для випробувань технічних засобів на стійкість до кондуктивних завад у смузі частот від 0 Гц до 150 кГц згідно з діючими в Україні стандартами. Установка генерує кондуктивні завади виду «тривалі і короткочасні завади постійного струму», «тривалі і короткочасні завади змінного струму частотою 50 Гц» і «перемінні напруги в смузі частот від 15 Гц до 150 кГц».

The design and results to qualifications of the installation U-KP-150, intended for test the technical facilities for immunity to conducted, common mode disturbances in frequency range from 0 Hz to 150 kHz in accordance with acting in Ukraine standard, are described. Installation generates the conducted, common mode disturbances of the type «long and short disturbances of the direct current», «long and short disturbances of alternating current by frequency 50 Hz» and «variable voltages in frequency range from 15 Hz to 150 kHz».

Кондуктивные помехи (КП) представляют собой общие несимметричные напряжения в полосе частот от 0 до 150 кГц, которые наводятся внешними электрическими полями в электронных технических средствах (ТС). Основными источниками этих полей являются силовые распределительные системы (в том числе постоянного тока и частотой 50 Гц) и силовое электронное оборудование, которое может инжектировать помехи в линии электропитания и в системы заземления, а также в сигнальные линии и линии управления ТС. Поэтому все такого рода ТС обязательно проходят испытания в лабораторных условиях по гармонизированному в Украине международному стандарту ДСТУ ІЕС 61000-4-16:2007 [1].

Ниже описана разработанная и изготовленная в НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ» установка У-КП-150, предназначенная для лабораторных испытаний ТС на стойкость к КП всех видов по ДСТУ ІЕС 61000-4-16:2007. Выходные параметры испытательной установки У-КП-150 приведены в таблице.

Установка У-КП-150 состоит из двух независимых испытательных комплексов ИК-КП-ППТ и ИК-КП-150. Испытательный комплекс ИК-КП-ППТ предназначен для испытания ТС кондуктивными помехами вида «длительные и кратковременные помехи постоянного тока» обеих полярностей и «длительные и кратковременные помехи переменного тока частотой 50 Гц» по четырем степеням жесткости. Испытательный комплекс ИК-КП-150 предназначен для испытания ТС кондуктивными помехами вида «переменные напряжения в по-

лосе частот от 15 Гц до 150 кГц» по четырем степеням жесткости. Общий вид обоих комплексов приведен на рис. 1 и 2, а структурные схемы – на рис. 3 и 4.

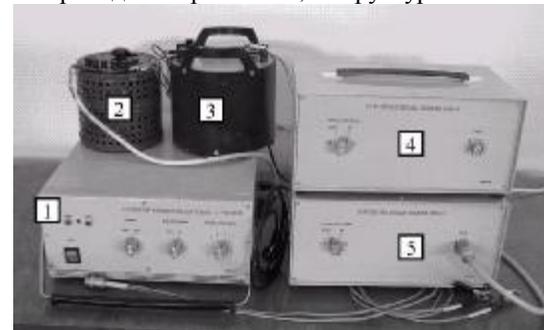


Рисунок 1 – Общий вид испытательного комплекса ИК-КП-ППТ
 1 – генератор Г-КП-ППТ; 2 – автотрансформатор ЛАТР-2; 3 – разделительный трансформатор РТ-2; 4 – устройство ввода помехи однофазное УВП-О; 5 – устройство ввода помехи трехфазное УВП-Т

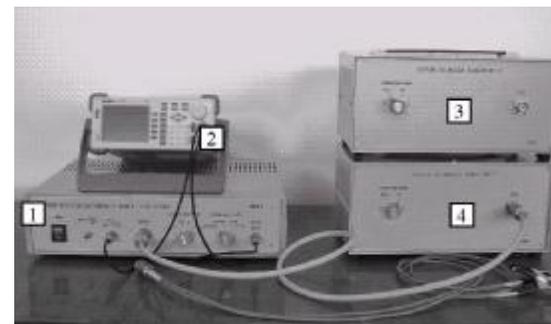


Рисунок 2 - Общий вид испытательного комплекса ИК-КП-150
 1 – генератор Г-КП-150; 2 – генератор синусоидальных сигналов RIGOL DG3121A; 3 – устройство ввода помехи однофазное УВП-О; 4 – устройство ввода помехи трехфазное УВП-Т

Назначение составных частей комплекса ИК-КП-ППТ:

- генератор Г-КП-ППТ предназначен для генерирования кондуктивных помех вида «длительные и кратковременные помехи постоянного тока» обеих полярностей и «длительные и кратковременные помехи переменного тока частотой 50 Гц» по трем степеням жесткости (1 – 3);
- источник питания ИП-300 предназначен для генерирования совместно с Г-КП-ППТ кондуктивных помех вида «длительные и кратковременные помехи постоянного тока» обеих полярностей и «длительные и кратковременные помехи переменного тока частотой 50 Гц» по четвертой степени жесткости. ИП-300 состоит из двух независимых составных частей: автотрансформатора ЛАТР-2 и разделительного трансформатора

РТ-2;

- автотрансформатор ЛАТР-2 предназначен для генерирования в составе Г-КП-ППТ кондуктивных помех вида «кратковременные помехи переменного тока частотой 50 Гц» четвертой степени жесткости;
- разделительный трансформатор РТ-2 предназначен для генерирования в составе Г-КП-ППТ кондуктивных помех вида «кратковременные помехи постоянного тока» и «кратковременные помехи переменного тока частотой 50 Гц» четвертой степени жесткости;

Наименование характеристики	Размерность	Величина
1 Напряжение сети питания	В Гц	220 50
2 Диапазон амплитуд испытательных напряжений установки, $U_{исп}$	В	от 0,9 до 330
3 Время воздействия кратковременной помехи, T	с	1
4 Полоса частот переменного напряжения	кГц	от 0,015 до 150
5 Погрешность измерения амплитуды испытательного напряжения установки	%	1,4
6 Погрешность измерения временных параметров испытательного напряжения	%	0,1
7 Мощность, потребляемая от сети, не более	Вт	100
8 Масса:	кг	
– генератора Г-КП-ППТ		24
– генератора Г-КП-150		11,5
– генератора синусоидальных сигналов RIGOL DG3121A		3,7
– устройства ввода помехи однофазного УВП-О		9
– устройства ввода помехи трехфазного УВП-Т		9
– разделительный трансформатор РТ-2		13
– автотрансформатор ЛАТР-2		8,4
9 Габаритные размеры:	мм	
– генератора Г-КП-ППТ		470x420x290
– генератора Г-КП-150		450x320x120
– генератора синусоидальных сигналов RIGOL DG3121A		460x260x100
– устройства ввода помехи однофазного УВП-О		360x200x160
– устройства ввода помехи трехфазного		

УВП-Т		360x200x160
– разделительный трансформатор РТ-2		Ø 205, 1 = 205
– автотрансформатор ЛАТР-2		Ø 170, 1 = 170
10 Время непрерывной работы	час	8

- устройство ввода помех УВП-О предназначено для ввода кондуктивных помех всех видов в однофазные порты питания ТС;
- устройство ввода помех УВП-Т предназначено для ввода кондуктивных помех всех видов в трехфазные порты питания ТС;
- кабель К-ЭК предназначен для ввода кондуктивных помех всех видов в экранированные кабели ТС.

Назначение составных частей комплекса ИК-КП-150:

- генератор Г-КП-150 предназначен для генерирования кондуктивных помех вида «переменные напряжения в полосе частот от 15 Гц до 150 кГц» по четырем степеням жесткости;
- генератор синусоидальных сигналов RIGOL DG3121A в режиме генератора качающейся частоты «SWEEP» предназначен для запитки генератора Г-КП-150 напряжениями синусоидальных колебаний частотой от 15 Гц до 150 кГц.

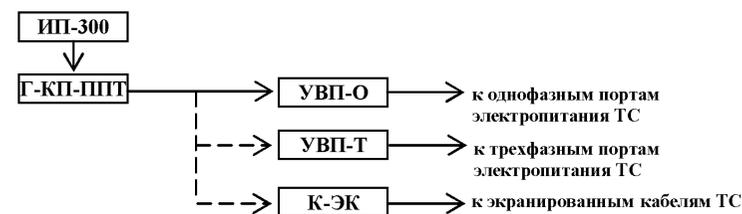


Рисунок 3 – Схема структурная испытательного комплекса ИК-КП-ППТ
ИП-300 – источник питания 300 В (постоянного и переменного напряжения);
К-ЭК – кабель К-ЭК

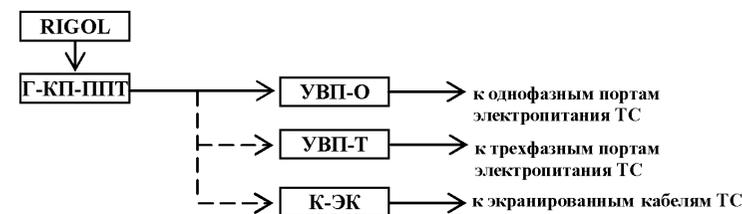


Рисунок 4 – Схема структурная испытательного комплекса ИК-КП-150
RIGOL DG3121A - генератор синусоидальных сигналов RIGOL DG3121A;
Г-КП-150 – генератор Г-КП-150

Генератор Г-КП-ППТ собран в металлическом корпусе с габаритами 470x420x290 мм. Общий вид генератора Г-КП-ППТ показан на рис. 5.

На передней панели генератора Г-КП-ППТ, рис. 6, расположены следующие органы управления и контроля:

- клавиша СЕТЬ с подсветкой служит для подачи напряжения питания 220 В 50 Гц на генератор Г-КП-ППТ и для его отключения после окончания работы;
- кнопка ПУСК служит для запуска генератора Г-КП-ППТ как в длительном, так и в кратковременном режимах его работы. При нажатии этой кнопки загорается индикаторный светодиод;
- кнопка СТОП служит для остановки генератора Г-КП-ППТ, работающего в длительном режиме;
- переключатель СТЕПЕНЬ ЖЕСТКОСТИ служит для установления уровня испытательного напряжения генератора Г-КП-150 и имеет четыре положения: «1», «2», «3», «4»;
- переключатель РЕЖИМ служит для установления режима работы и имеет два положения: «ДЛИТ» и «1 сек»;
- переключатель ВИД ИСПЫТАНИЙ имеет два положения: «50 Гц» и «ПТ» и служит для установления кондуктивных помех постоянного тока (ПТ) или кондуктивных помех переменного тока (50 Гц).



Рисунок 5 – Общий вид генератора Г-КП-ППТ



Рисунок 6 – Передняя панель генератора Г-КП-ППТ

На задней панели генератора У-КП-ППТ (рис. 7) расположены следующие органы управления и контроля:

- разъем ВЫХОД служит для подключения генератора Г-КП-ППТ или к УВП обоих видов через кабель СК-1, или к экранированным кабелям ТС через кабель К-ЭК;
- разъем ВНЕШНИЙ ИСТОЧНИК служит для подключения генератора Г-КП-ППТ к внешнему источнику через кабель К-РТ-3;
- колодка КОНТР. $U_{вых}/100$ служит для подключения выхода генератора Г-КП-ППТ к осциллографу ЭО;
- тумблер «+» и «-» служит для измерения полярности кондуктивной помехи постоянного тока;
- клемма \perp служит для подключения генератора Г-КП-ППТ к контуру заземления;
- предохранитель 5 А.

На боковой стенке генератора Г-КП-ППТ установлен разъем СЕТЬ.

Генератор Г-КП-150 собран в металлическом корпусе с габаритами 450x320x120 мм. Общий вид генератора Г-КП-150 показан на рис. 8.



Рисунок 7 – Задняя панель генератора У-КП-ППТ



Рисунок 8 – Общий вид генератора Г-КП-150

На передней панели генератора Г-КП-150, рис. 9, расположены следующие органы управления и контроля:

- клавиша СЕТЬ с подсветкой служит для подачи напряжения питания 220 В 50 Гц на генератор Г-КП-150 и для его отключения после окончания работы;
- разъем ВХОД (к ГРЧ) служит для подключения при помощи кабеля СК-2-1 к выходу «OUTPUT» генератора RIGOL DG3121A;
- разъем ВЫХОД служит для подключения к нему кабелей К-ЭК или СК-1;
- переключатель СТЕПЕНЬ ЖЕСТКОСТИ служит для установления уровня испытательного напряжения генератора Г-КП-150 и имеет четыре положения: «1», «2», «3», «4»;
- переключатель ПОЛОСА ЧАСТОТ, кГц служит для установления диапазона частот и имеет четыре положения: «0,015 – 0,15», «0,15 – 1,5», «1,5 – 15», «15 – 150»;
- разъем КОНТР. $U_{\text{вхл}}/10$ служит для подключения к осциллографу ЭО;
- разъем СИГНАЛ ОКОНЧ. служит для подключения генератора Г-КП-150 при помощи кабеля СК-2-2 к разьему «SYNC» генератора RIGOL DG3121A.



Рисунок 9 – Передняя панель генератора У-КП-150

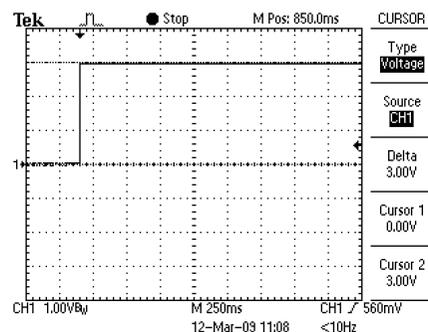


Рисунок 10 – Типовая осциллограмма выходного напряжения типа «Длительные помехи постоянного тока»

На задней панели генератора У-КП-150 расположены:

- разъем кабеля питания;

- клемма ⊥ для подключения генератора Г-КП-150 к контуру заземления.

На рис. 10 – 13 показаны результаты измерения выходного напряжения на выходе испытательного комплекса ИК-КП-ППТ в разных режимах работы.

На рис. 14 показана типовая осциллограмма результатов измерения выходного напряжения на выходе испытательного комплекса ИК-КП-150.

Установка У-КП-150 успешно прошла государственную аттестацию и успешно применяется в Центре сертификационных испытаний НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ» для проведения различного рода испытаний ТС, включая сертификационные, на стойкость к кондуктивным помехам в полосе частот от 0 Гц до 150 кГц по ДСТУ ИЕС 61000-4-16:2007.

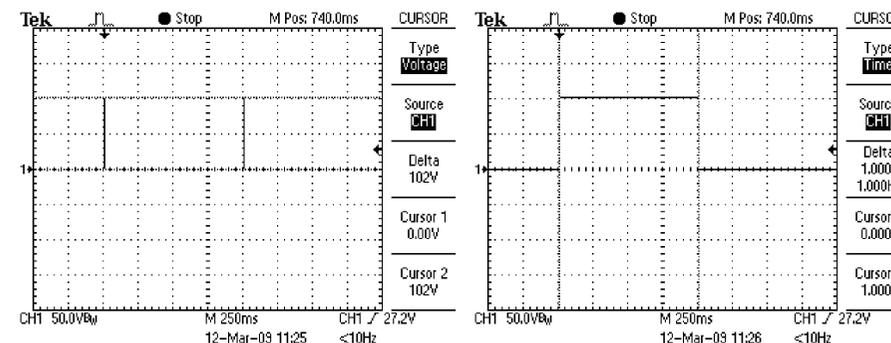


Рисунок 11 – Типовые осциллограммы выходного напряжения типа «Кратковременные помехи постоянного тока»

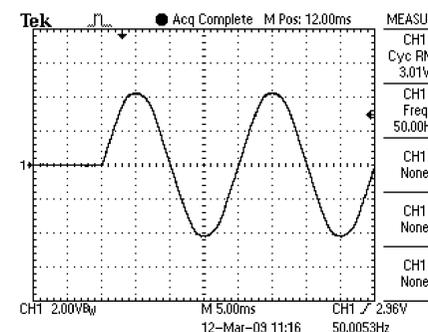


Рисунок 12 – Типовая осциллограмма выходного напряжения типа «Длительные помехи переменного тока частотой 50 Гц»

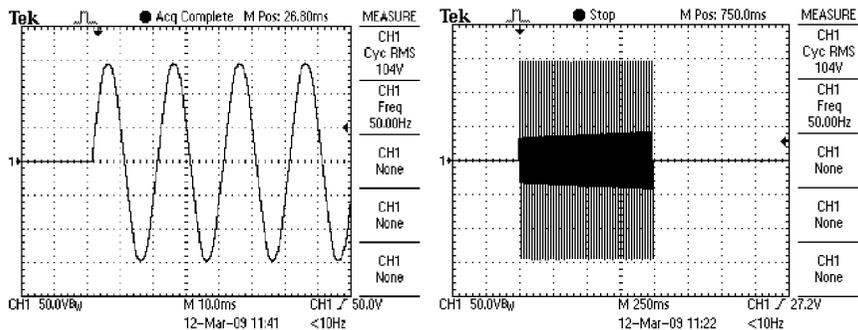


Рисунок 13 – Типовые осциллограммы выходного напряжения типа «Кратковременные помехи переменного тока частотой 50 Гц»

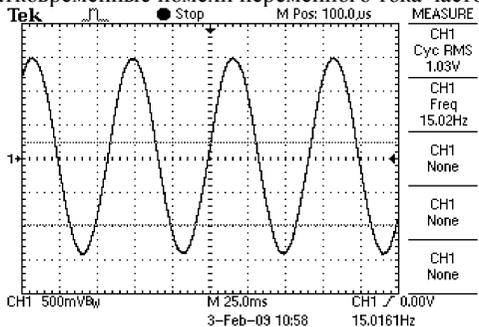


Рисунок 14 – Типовая осциллограмма результатов измерения выходного напряжения на выходе испытательного комплекса ИК-КП-150

Список литературы: 1. ДСТУ ІЕС 61000-4-16:2007 Електромагнітна сумісність. Частина 4-16. Методики випробування та вимірювання. Випробування на несприйнятливості до кондуктивних несиметричних завад у діапазоні частот від 0 Гц до 150 кГц.

Поступила в редколлегию 13.10.2009

УДК 533.9.082.5 : 533.9

Ю.В.КОВТУН, ННЦ ХФТИ НАНУ;
А.И.СКИБЕНКО, канд.физ.-мат.наук, ННЦ ХФТИ НАНУ;
Е.И.СКИБЕНКО, канд.физ.-мат.наук, ННЦ ХФТИ НАНУ;
Ю.В.ЛАРИН, ННЦ ХФТИ НАНУ;
В.Б.ЮФЕРОВ, докт.техн.наук, ННЦ ХФТИ НАНУ

ИЗЛУЧЕНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ПЛАЗМЫ ИМПУЛЬСНОГО ОТРАЖАТЕЛЬНОГО РАЗРЯДА

У даній роботі наведені попередні дані проведеного вимірювання параметричних залежностей інтенсивності оптичного випромінювання із плазмового середовища, елементного складу утворюваної плазми, а також проведено порівняльний аналіз випромінювання різних газометалевих плазм однакової середньої щільності в досліджуваному діапазоні довжин хвиль, з огляду можливого використання цих даних в сепараційних технологіях.

The paper presents previous measurement data on parametric dependences of the intensity of optical irradiation from the plasma medium and on the elemental composition of plasma formed. A comparative analysis of the data on irradiation from different gas-metal plasmas of a similar mean density in the investigated wavelength range is performed with the view of applying them in the separation technologies.

Отражательный разряд, известный также как разряд Пеннинга или филлиповский разряд, представляет собой разряд с осесимметричной геометрией, который протекает в скрещенных электрических и магнитных полях [1]. В настоящее время разряд Пеннинга, который реализуется в большом количестве прикладных и технических задач, несмотря на долгую историю продолжает интенсивно исследоваться [2,3]. Однако несмотря на это в исследовании импульсного отражательного разряда существует пробел экспериментальных данных, в частности в определении элементного состава и интенсивности излучения с плазмы, а также при исследовании свойств многокомпонентных как газовых, так и газометаллических плазм, что очень важно для определения энергодисбаланса исследуемых систем подобно [4,5].

Данная работа является продолжением работ по исследованию характеристик многокомпонентной газо-металлической плазмы в импульсном отражательном разряде [6,7]. Целью работы являлось измерение параметрических зависимостей интенсивности оптического излучения плазмы, а также проведение сравнительного анализа излучения газо-металлических плазм одинаковой средней плотности, для определения уровня энергетических потерь из объема в исследуемом диапазоне длин волн.

Эксперименты проводились на установке «МАКЕТ» описанной в [6,7]. Газометаллическая плазма образовывалась в результате разряда в среде рабочего вещества, состоящего из H_2 или газовой смеси 88,9 % Kr – 7 % Xe – 4 % N_2 – 0,1 % O_2 и распыленного металлического Ti , нанесенного на торцевые поверхности катодов. Катоды были выполнены из композитного материала, а именно медь, с напыленным по методу КИБ титаном. Разрядная камера откачивалась диффузионным насосом с адсорбционной ловушкой до давления 10^{-6} торт, затем напускался рабочий газ или газовая смесь. Использовались следующие диагностические средства: временная зависимость средней плотности плазмы определялась с помощью СВЧ-интерферометра на рабочей длине волны $\lambda = 8$ мм; регистрация временных зависимостей интенсивности излучения из плазмы в диапазоне длин волн $\lambda = 180-1100$ нм производилась фотодиодом ФДУК-13У, включенным в фотодиодном режиме, при этом постоянная времени фронта нарастания сигнала составляет $\tau_{н} \sim 300$ нс; элементный состав образуемой плазмы определялся спектрометрическим методом. Излучение регистрировалось через диагностическое окно, находящееся на расстоянии 220 мм от