

«Энергетика и преобразовательная техника». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2004. – № 35. – С. 71-82. 5. Гринберг Г.А. О распределении электричества на тонких замкнутых проводящих поверхностях // ЖЭТФ. – Т. 11, вып. 5. – 1941. – С. 536-543. 6. Лебедев Н.Н. О применении сингулярных интегральных уравнений к задаче о распределении электричества на тонких незамкнутых поверхностях // ЖТФ. – Т. XVIII, вып. 6. – 1946. – С. 775-784. 7. Гринберг Г.А. Избранные вопросы математической теории электрических и магнитных явлений. – Изд-во АН СССР, 1948. – 727 с. 8. Тозони О.В. Метод вторичных источников в электротехнике. – Энергия, 1975. – 296 с.

Поступила в редколлегию 08.09.2008.

УДК 621.317.3

В.В.КНЯЗЕВ, канд.техн.наук.; **Ю.С.НЕМЧЕНКО**; **И.П.ЛЕСНОЙ**;
С.Б.СОМХИЕВ; **Т.Н.ОСТРОВЕРХ**; НТУ «ХПИ», Харьков

УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА СТОЙКОСТЬ К ИМПУЛЬСНОМУ МАГНИТНОМУ ПОЛЮ

Описано конструкцію та результати випробувань установки, призначеної для іспиту технічних засобів на стійкість до імпульсного магнітного поля (ІМП) відповідно до діючих в Україні нормативних документів, і яка генерує магнітне поле, що створює у п'яти видах полеутворюючих систем напруженість ІМП трьох рівнів: 100, 300 та 1000 А/м.

Design and testing results of the plant intended for hardware testing for immunity against pulsed magnetic field (PMF) in compliance with codes that in force in Ukraine are described. The plant generates magnetic field, which creates PMF intensity of three levels: 100, 300 and 1000 A/m in five kinds of field-forming systems.

Импульсное магнитное поле (ИМП), воздействующее на технические средства (ТС), может влиять на надежность их функционирования. ИМП создается молниевыми разрядами или переходными процессами при коммутациях в электрических системах. Поэтому все ТС, имеющие в своем составе электротехнические, электронные и радиоэлектронные компоненты, обязательно проходят испытания в лабораторных условиях по государственным нормативным документам ДСТУ 2626-94 [1], а также ИЕС 61000-4-9:2001 [2].

Ниже описана разработанная и изготовленная в НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ» установка У-ИМП, предназначенная для лабораторных испытаний ТС на стойкость к ИМП и полностью удовлетворяющая требованиям данных нормативных документов.

Выходные параметры установки У-ИМП приведены в таблице.

Общий вид установки У-ИМП приведен на рис. 1, а ее структурная схема – на рис. 2.

Установка У-ИМП конструктивно состоит из генератора импульсных

магнитных полей (Г-ИМП), пяти видов полеобразующих систем (ПС1 – ПС5), соединительного кабеля (СК) и изоляционной стойки (ИС). Дополнительным оборудованием, используемым при первичной аттестации данной установки, является система измерений, в которую входят измеритель напряженности магнитного поля (ИНМП-2С) с кабельной линией передачи информации и цифровой двухканальный запоминающий осциллограф Tektronix TDS 1012 (ЭО).

Параметр	Единица измерения	Значение
1. Форма импульса магнитного поля		
2. Напряженность магнитного поля H_m в полеобразующей системе для степеней жесткости: –3 –4 –5	А/м А/м А/м	$103,45 \pm 0,31$ $310,53 \pm 2,36$ $1026,6 \pm 2,26$
3. Длительность фронта импульса, T_ϕ	мкс	от 5,84 до 6,8
4 Длительность импульса, T_n	мкс	от 15,8 до 18,6
5 Сдвиг фазы импульсов напряженности магнитного поля по отношению к переменному	град	0 – 360 с шагом 15
6 Полярность		положительная и отрицательная
Примечания: 1 Длительность фронта импульсов напряженности магнитного поля определяется как интервал времен между уровнями 0,9 H_m и 0,1 H_m . 2 Длительность импульсов напряженности магнитного поля определяется как интервал времен между уровнями 0,5 H_m на фронте и спаде импульса.		

Генератор Г-ИМП собран в металлическом корпусе с габаритами 580x300x470 мм и включает в себя повысительно-выпрямительное устройство (ПВУ), блок емкостных накопителей (БЕН), блок измерения вы-

сокого напряжения (БИВ), программируемый таймер-коммутатор с регулировкой фазы (ПТК-Ф) и блок нагрузки (БН). На рис. 3 показан генератор Г-ИМП со снятой верхней крышкой, а на рис. 4 – передняя панель генератора Г-ИМП.



Рисунок 1 – Общий вид установки У-ИМП:

1 – генератор импульсных магнитных полей Г-ИМП; 2 – осциллограф Tektronix TDS 1012; 3 – полеобразующая система ПС3 на изоляционной стойке ИС; 4 – штатный измеритель тока ИИТ-ИМП

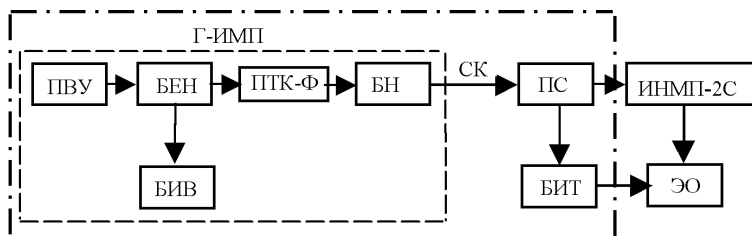


Рисунок 2 – Структурная схема установки У-ИМП:

У-ИМП – установка У-ИМП; Г-ИМП – генератор Г-ИМП; ПВУ – повысительно-выпрямительное устройство; БЕН – блок емкостных накопителей; ПТК-Ф – программируемый таймер-коммутатор с регулировкой фазы; БИВ – блок измерения высокого напряжения; БН – блок нагрузки; СК – соединительный кабель; ПС – полеобразующая система; ИИМП-2С – измеритель напряженности магнитного поля; БИТ – блок измерения выходного тока; ЭО – двухканальный запоминающий осциллограф

На передней панели генератора Г-ИМП расположены следующие органы управления и контроля установки:

- клавиша СЕТЬ с подсветкой служит для подачи напряжения питания 220 В 50 Гц на генератор Г-ИМП и для его отключения после окончания работы;

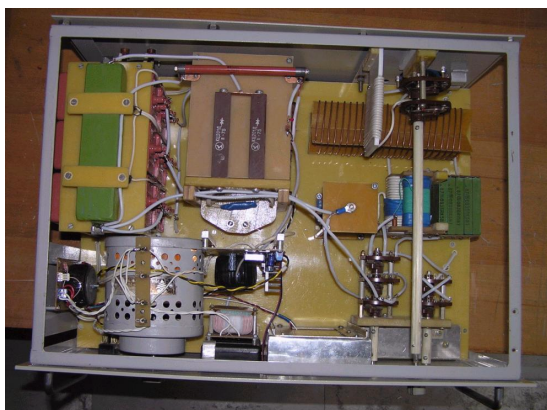


Рисунок 3 – Генератор Г-ИМП со снятой верхней крышкой

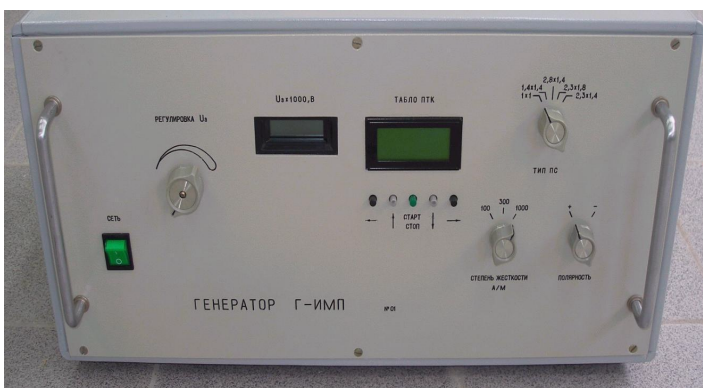


Рисунок 4 – Передняя панель генератора Г-ИМП

- регулятор «РЕГУЛИРОВКА U_3 » служит для плавного изменения зарядного напряжения генератора Г-ИМП;
- мультиметр « $U_3 \times 1000 \text{ В}$ » показывает величину зарядного напряжения на блоке емкостных накопителей;
- ТАБЛО ПТК служит для отображения циклограммы работы генератора Г-ИМП, для изменения сдвига фазы импульсов напряженности магнитного поля по отношению к переменному напряжению в сети питания;
- кнопка СТАРТ/СТОП служит для запуска и остановки ПТК-Ф;
- кнопки « \uparrow », « \downarrow », « \leftarrow » и « \rightarrow » служат для установления параметров работы генератора Г-ИМП;
- переключатель ПОЛЯРНOSTЬ служит для установления полярности выходного импульса напряжения генератора Г-ИМП: «+» или «-» ;

- переключатель «СТЕПЕНЬ ЖЕСТКОСТИ, А/м» служит для установления напряженности магнитного поля на выходе генератора Г-ИМП и имеет три положения: «100», «300», «1000»;
- переключатель «ТИП ПС» служит для подключения к выходу генератора Г-ИМП разных полеобразующих систем: «1 x 1» (ПС1), «1,4 x 1,4» (ПС2), «2,8 x 1,4» (ПС3), «2,3 x 1,8» (ПС4) и «2,3 x 1,4» (ПС5).

На задней панели генератора Г-ИМП расположены сетевой разъем ~220 В, два предохранителя по 3 А, клемма заземления корпуса «⏏» и разъем ВЫХОД для подключения при помощи соединительного кабеля (СК) выхода генератора Г-ИМП с полеобразующей системой.

ПВУ предназначено для выработки высокого постоянного напряжения, необходимого для заряда конденсаторов блока емкостных накопителей.

БЕН и БН служат для формирования амплитудно-временных параметров выходных импульсов тока генератора Г-ИМП.

ПТК-Ф предназначен для коммутации формирующих контуров генератора Г-ИМП.

Для подключения генератора Г-ИМП к полеобразующей системе служит соединительный кабель (СК) длиной 3 м.

ИНМП-2С предназначен для измерения амплитудно-временных параметров выходных импульсов напряженности магнитного поля в полеобразующих системах установки У-ИМП.

ИИТ-ИМП предназначен для контроля тока в ПС.

ПС1 – ПС5 предназначены для создания в их объеме магнитного поля с напряженности в геометрическом центре от 100 до 1000 А/м.

Для установки на испытательной площадке ПС1 – ПС5 служат изоляционные стойки ИС (1 комплект), позволяющие ориентировать ПС в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

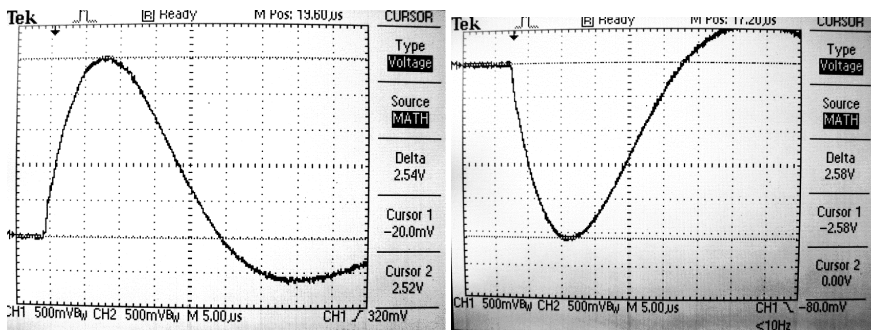


Рисунок 5 – Типовые осциллограммы импульсов напряженности магнитного поля положительной и отрицательной полярности в полеобразующей системе в ПС1 (1x1 м), степень жесткости 5 (1000 А/м)

На рис. 5 приведены типовые осциллограммы импульсов напряженности магнитного поля положительной и отрицательной полярности с амплитудой $U_{ЭО}^{ИНМП} = 1000$ А/м во всех видах полеобразующих систем (на примере полеобразующей системы ПС1).

На рис. 6 приведены осциллограммы импульсов магнитного поля относительно напряжения электропитания ТС при сдвиге фазы 0^0 и 90^0 .

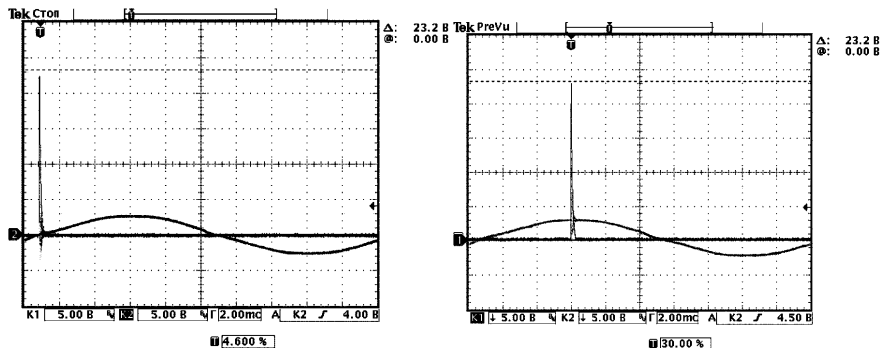


Рисунок 6 – Типовые осциллограммы импульсов магнитного поля относительно напряжения электропитания установки при сдвиге фазы 0^0 и 90^0

Для получения истинного значения амплитуды импульса напряженности магнитного поля $H_{ПС}$, необходимо воспользоваться формулой:

$$H_{ПС} = \frac{U_{ЭО}^{ИНМП}}{K_n^{ИНМП}},$$

где $U_{ЭО}^{ИНМП}$ – амплитуда импульса напряжения на экране ЭО, мВ;

$K_n^{ИНМП}$ – коэффициент преобразования ИНМП-2С, мВ/А/м, берется из Свидетельства о метрологической аттестации.

Выводы: Установка У-ИМП прошла первичную аттестацию по ГОСТ 24555-85 с участием представителей ДП «Харьковстандартметрология» и с ее помощью было испытано более 50 видов ТС.

Список литературы: 1. ДСТУ 2626-94. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к импульсному магнитному полю. Технические требования и методы испытаний. 2. МЭК 61000-4-9:2001 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-9: Testing and measurement techniques – Pulse magnetic field immunity test. 3. Измеритель напряженности импульсных магнитных полей ИНМП-2С. Руководство по эксплуатации. ИНМП-2С-000.000.000 РЭ.

Поступила в редколлегию 22.09.2008.