

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

УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ПОВТОРЯЮЩИХСЯ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ЗАТУХАЮЩИХ ПОМЕХ С ЧАСТОТОЙ 100 КГЦ

Описано конструкцію та результати атестації установки, призначеної для випробувань технічних засобів на несприйнятливість до впливу повторюваних коливальних загасаючих завод з частотою 100 кГц відповідно до вимог міжнародних стандартів. Установка генерує випробувальну напругу чотирьох випробувальних рівнів: 0,25, 0,5, 1 та 2 кВ.

Design and results of certification of the plant intended for testing of hardware for immunity to influence of repetitive oscillating damped interferences with frequency 100 kHz according to requirements of International standards have been described. The plant generates test voltage of four test levels: 0.25, 0.5, 1.0 and 2.0 kV.

Введение. В соответствии с требованиями Технического Регламента [1] все технические средства (ТС), имеющие в своем составе электротехнические, электронные и радиоэлектронные компоненты и эксплуатируемые в жилых, коммерческих и промышленных зонах, особенно, на электрических станциях и подстанциях, обязательно проходят испытания в лабораторных условиях по МЭК 61000-4-12-95 [2].

Производство установок, необходимых для проведения таких испытаний не носит массового характера, напротив, изготовление ведется ограниченным числом специализированных предприятий, с учетом индивидуальных требований конкретной испытательной лаборатории. В Украине изготовление испытательных генераторов организовано в сотрудничестве Научно-исследовательского и проектно-конструкторского института «Молния» НТУ «ХПИ» и ООО «Терра-АВТ». В данной статье дано описание конструкции установки.

Анализ и решение проблемы. Данная статья продолжает цикл публикаций об испытательном оборудовании [3 - 8], полностью удовлетворяющих требованиям современных международных стандартов в области электромагнитной совместимости (ЭМС).

Разработанная и изготовленная установка У-ЗППП-100 предназначена для лабораторных испытаний ТС на стойкость к воздействию повторяющихся колебательных затухающих помех (КЗП) с частотой 100 кГц по МЭК 61000-4-12-95. Повторяющиеся КЗП возникают в силовых линиях и линиях управления и сигнализации на электрических подстанциях высокого и сред-

него напряжения.

Выходные параметры испытательной установки У-ЗПНП-100 полностью соответствуют требованиям к ней нормативной документации и приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметр	Единица измерения	Значение
1	2	3
1. Форма импульса напряжения (синусоидальная затухающая волна)		
2. Выходное напряжение в режиме холостого хода, для испытательных уровней: 1 – U_m^1 2 – U_m^2 3 – U_m^3 4 – U_m^4	кВ кВ кВ кВ	$0,25 \pm 0,025$ $0,5 \pm 0,05$ $1,0 \pm 0,1$ $2,0 \pm 0,2$
3. Время нарастания импульса напряжения, T_n	нс	75 ± 15
4. Частота колебаний, $f_{0,1}$	МГц	$0,1 \pm 0,01$
5. Степень затухания, ∂	%	50 ± 10
6. Полярность	-	положительная / отрицательная

Установка У-ЗПНП-100 позволяет испытывать ТС в следующих режимах работы:

- испытания ТС с однофазной трехпроводной системой питания («провод-земля») с пластиной заземления при воздействии на порт электропитания переменного/постоянного тока;
- испытания ТС с трехфазной пятипроводной схемой питания по схеме «провод-земля» с пластиной заземления при воздействии на порт

- электропитания переменного тока;
- испытания ТС с однофазной трехпроводной системой питания («провод-провод») с пластиной заземления при воздействии на порт электропитания переменного/постоянного тока;
- испытания ТС с трехфазной пятипроводной схемой питания по схеме «провод-провод» с пластиной заземления при воздействии на порт электропитания переменного тока.

Общий вид установки У-ЗПНП-100 приведен на рис. 1, а ее структурная схема – на рис. 2.

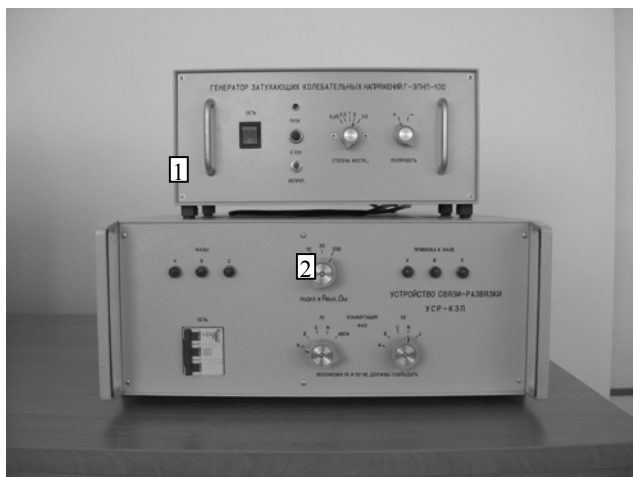


Рисунок 1 – Общий вид установки У-ЗПНП-100
 1 – генератор затухающих колебательных напряжений Г-ЗПНП-100;
 2 – устройство связи/развязки.

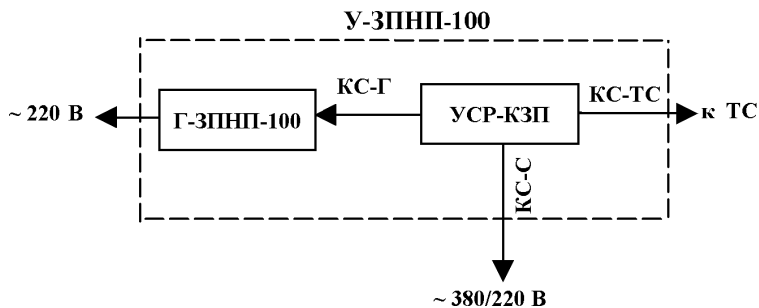


Рисунок 2 – Структурная схема У-ЗПНП-100
 У-ЗПНП-100 – установка У-ЗПНП-100; Г-ЗПНП-100 – генератор Г-ЗПНП-100;
 УСР-КЗП – устройство связи/развязки; ТС – испытуемое техническое средство;
 КС-Г, КС-С, КС-ТС – кабели соединительные

Установка У-ЗПНП-100 конструктивно состоит из генератора затухающих колебательных напряжений (Г-ЗПНП-100), устройства связи/развязки (УСР-КЗП) и комплекта кабелей соединительных (КС). Дополнительным оборудованием, используемым при первичной аттестации данной установки, является система измерений, в которую входят щуп высоковольтный Р6015А 1000Х фирмы Tektronix и цифровой двухканальный запоминающий осциллограф Tektronix TDS 1012 (ЭО).

Генератор Г-ЗПНП-100 предназначен для создания заданных импульсов напряжения большой энергии, для последующей передачи их через УСР-КЗП в порты питания испытываемого ТС.

Генератор Г-ЗПНП-100 собран в металлическом корпусе с габаритами 360x200x180 мм и включает в себя повысительно-выпрямительное устройство (ПВУ), блок формирующего устройства (БФУ) и управляемый блок поджига (УБП). На рис. 3 показан генератор Г-ЗПНП-100 со снятой верхней крышкой, а на рис. 4 – передняя панель генератора Г-ЗПНП-100.

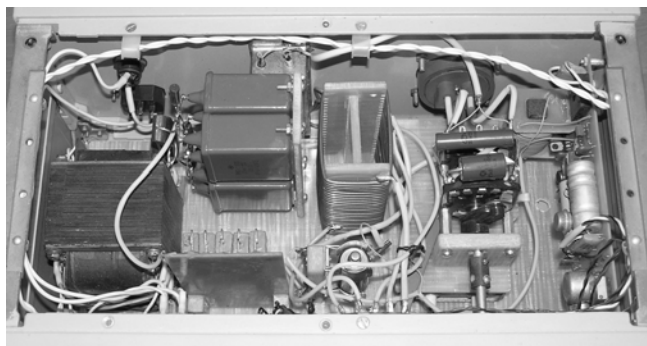


Рисунок 3 – Г-ЗПНП-100 со снятой верхней крышкой



Рисунок 4 – Передняя панель Г-ЗПНП-100

На передней панели генератора Г-ЗПНП-100 расположены следующие органы управления и контроля установки:

- клавиша СЕТЬ с подсветкой служит для подачи напряжения питания 220 В 50 Гц на генератор Г-ЗПНП-100 и для его отключения после окончания работы;
- тумблер НЕПРЕРЫВ – 2 СЕК служит для переключения продолжительности работы генератора Г-ЗПНП;
- кнопка ПУСК служит для запуска генератора Г-ЗПНП;
- индикаторная лампочка (светодиод) загорается во время работы генератора;
- переключатель ПОЛЯРНОСТЬ служит для установления полярности выходного напряжения генератора Г-ЗПНП-100: «+» или «-» ;
- переключатель СТЕПЕНЬ ЖЕСТК., кВ служит для установления испытательных уровней выходного напряжения генератора Г-ЗПНП-100 и имеет пять положений: «0,25», «0,5», «1», «2» и «>2»;

На задней панели генератора Г-ЗПНП-100 расположены сетевой разъем СЕТЬ, два предохранителя по 3 А, клемма заземления корпуса «⊥», разъем ВЫХОД для подключения при помощи кабеля соединительного (КС-Г) выхода генератора Г-ЗПНП-100 с устройством связи/развязки УСР-КЗП и разъем ИЗМЕРЕНИЕ U для подключения щупа высоковольтного Р6015А и осциллографа ЭО.

ПВУ предназначено для выработки высокого постоянного напряжения, необходимого для заряда конденсаторов блока формирующего устройства.

БФУ предназначен для формирования на выходе импульсов напряжения заданных амплитудно-временных параметров.

УБП предназначен для формирования импульсов поджига коммутатора Р-37, следующих с частотой 40 Гц.

УСР-КЗП предназначено для ввода колебательных затухающих помех от испытательного генератора в порты питания испытываемого ТС и собрано в металлическом корпусе с размерами 570x480x210 мм. Конструктивно УСР-КЗП состоит из устройства связи (УС) и устройства развязки (УР).

На рис. 5 и 6 показаны передняя и задняя панели УСР-КЗП.

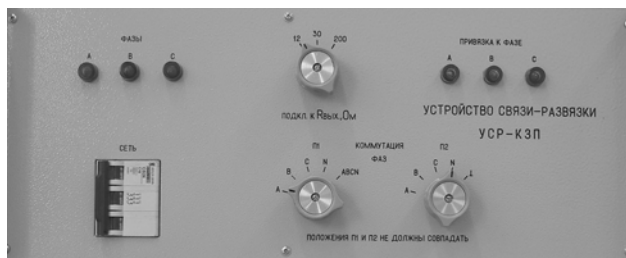


Рисунок 5 – Передняя панель УСР-КЗП

На передней панели УСР-КЗП расположены органы управления и кон-

троля, а на задней – разъемы для подключения к сети питания, к генератору, к фазам испытываемого ТС и к заземлению.

На рис. 7 приведена схема метрологической аттестации генератора Г-ЗПНП-100 из Программы и методики первичной аттестации, утвержденной ГП «Харьковстандартметрология».

На рисунках 8-10 приведены осциллограммы импульсов напряжения амплитудой 2 кВ положительной и отрицательной полярности, частотой 100 кГц и временем нарастания 67 нс, полученные на ЭО с выхода генератора Г-ЗПНП-100 при первичной аттестации установки У-ЗПНП-100.



Рисунок 6 – Задняя панель УСП-КЗП

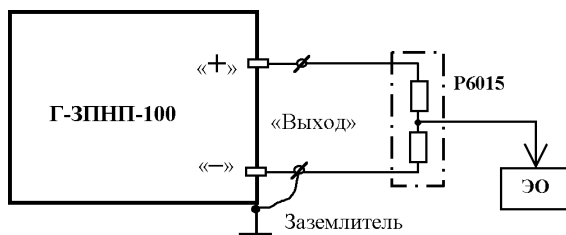
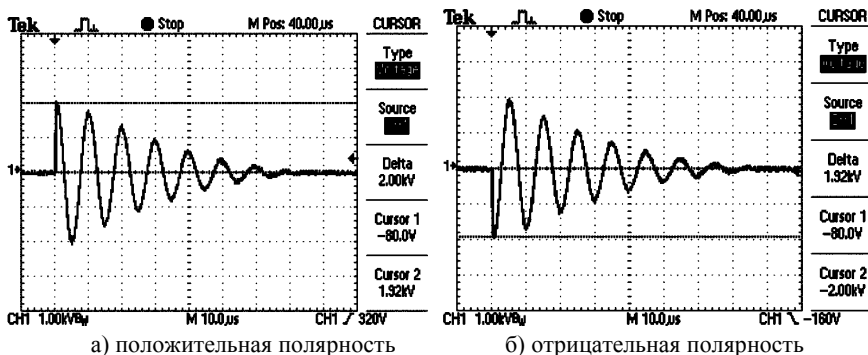


Рисунок 7



а) положительная полярность

б) отрицательная полярность

Рисунок 8

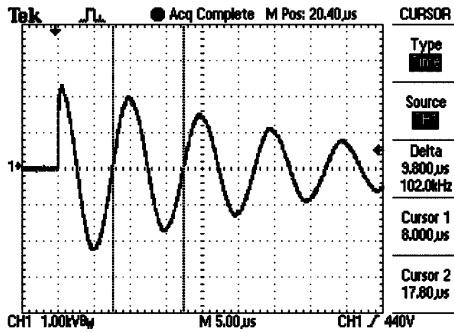


Рисунок 9

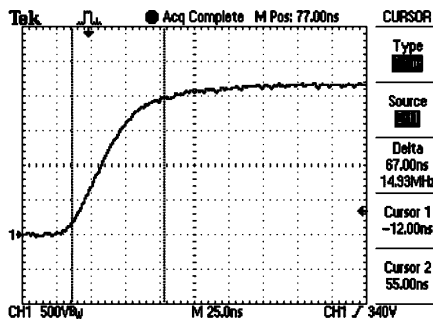


Рисунок 10

Выводы: Установка У-ЗПНП-100 прошла государственную аттестацию и успешно применяется в Центре сертификационных испытаний НИПКИ «Молния» НТУ «ХПИ» для проведения испытаний технических средств на электромагнитную совместимость.

Список литературы: 1. Технічний Регламент України з підтвердження відповідності електромагнітної сумісності. 2. МЭК 61000-4-12:1995 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 12: Oscillatory waves immunity test. 3. Князев В.В., Кравченко В.И., Лесной И.П., Немченко Ю.С., Сомхив С.Б. Комплекс для испытаний бортового оборудования самолетов и вертолетов на электромагнитную совместимость. КИ-БОЛА-ЭМС-В. Испытания внешними помехами // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Вип. 2(51). – Харків, 2006. – С.43-46. 4. Князев В.В., Кравченко В.И., Лесной И.П., Немченко Ю.С., Сомхив С.Б. Установка для испытаний бортового оборудования самолетов и вертолетов на молниестойкость типа УИМ // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Вип. 3(9). – Харків, 2006. – С.43-45. 5. Князев В.В., Кравченко В.И., Лесной И.П., Немченко Ю.С., Сомхив С.Б. Комплекс для испытаний бортового оборудования самолетов и вертолетов на электромагнитную совместимость. КИ-БОЛА-ЭМС-Э. Измерение эмиссии радиопомех // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Вип. 3(9). – Харків, 2006. – С.40-42. 6. Князев В.В., Немченко Ю.С., Лесной И.П., Сомхив С.Б. Установка для испытаний технических средств на устойчивость к токам кратковре-

менных синусоидальных помех частотой 50 Гц в цепях защитного и сигнального заземления // Вестник НТУ «ХПИ» «Техника и электрофизика высоких напряжений». – Вып. № 17, 2006. – С.18-23. 7. Князев В.В., Немченко Ю.С., Лесной И.П., Лантушко Б.Н., Дорошенко А.В. Установка для испытаний технических средств на молниестойкость // Вестник НТУ «ХПИ» «Техника и электрофизика высоких напряжений». – Вып. № 17, 2006. – С.3-9. 8. Князев В.В., Немченко Ю.С., Лесной И.П., Сомхив С.Б., Островерх Т.Н. Установка для испытаний технических средств на стойкость к затухающему переменному магнитному полю с частотой 100 кГц // Вестник НТУ «ХПИ» «Техника и электрофизика высоких напряжений». – Вып. № 20, 2006. – С.95-100.

Поступила в редколлегию 08.11.2007

УДК 621.7.044.7

А.Ю.БОНДАРЕНКО, канд.техн.наук; НТУ «ХПИ»

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИКИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОГО ПРИТЯЖЕНИЯ ПЛОСКОЙ ЗАГОТОВКИ К ИНДУКТОРУ НА ВЕЛИЧИНУ ТРЕБУЕМЫХ УСИЛИЙ

Для визначення електродинамічних сил взаємодії між ділянкою плоского металевого аркуша із вм'ятиною та індуктора з прямим пропусканням струму при магнітно-імпульсній обробці металів обрана розрахункова модель. Отримано аналітичні вирази для визначення величини необхідних зусиль для вирівнювання вм'ятини й відношення амплітуд динамічних і статичних сил.

The calculated model for determination of electromagnetic forces of interaction between a section of flat metal sheet with a dent and inductor with direct current transmission at magnetic-pulse treatment of metals has been chosen. Analytical expressions for determination of value of force necessary for flattening of a dent and the ratio of amplitudes of dynamic and static forces have been received.

В основе принципа действия индукторов прямого пропускания тока (электродинамических индукторных систем) лежит явление притяжения параллельных проводников с токами, текущими в одном направлении [1,2]. Данное взаимодействие описывается законом Ампера, который в классическом виде был сформулирован для постоянных токов [3].

Если же взаимодействие носит динамический характер, то временные параметры токов должны вносить поправки в амплитуды сил, необходимых для притяжения металлической заготовки или ее какой-то части.

Целью работы является вычисление сил взаимодействия между плоскими параллельными проводниками с токами, изменяющимися во времени по закону затухающей синусоиды, и определение соотношения между амплитудами динамических и статических сил, необходимых для выполнения опера-