

Н.Н. ПЕТРОСЯН

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫХ СВАРОЧНЫХ ТРЕХФАЗНЫХ УСТАНОВОК С ПИТАЮЩЕЙ СЕТЬЮ

Изучена электромагнитная совместимость электроприемников при питании мощных сварочных электромагнитных установок. Рассматриваются средства улучшения технико-экономических показателей этих установок за счет использования статического тиристорного преобразователя трехфазного напряжения в регулируемое однофазное.

Ключевые слова: электромагнитные помехи, электроконтактная сварка, оплавление, осадка, преобразователь, источник питания, ток, напряжение.

Под электромагнитной совместимостью (ЭМС) электроприемников понимается их свойство функционировать без ухудшения качественных показателей при совместном их питании от промышленной сети. Схема питания электроприемников должна строиться таким образом, чтобы совместно питаемые электроприемники не оказывали неблагоприятного воздействия друг на друга.

Как показано в ряде работ, в частности в [1], электросварочные установки оказывают влияние на все показатели качества электрической энергии по напряжению, т.е. их можно рассматривать как источники электромагнитных помех (ЭМП), которые оказывают влияние на сам технологический процесс и на системы управления электроприемников, что приводит к изменению рабочих характеристик электроприемников или к отказам в работе.

По своему характеру ЭМП, создаваемые электросварочными установками, делятся на два вида: детерминированные и случайные. Основными видами помех являются отклонения, колебания и провалы напряжения, переходные процессы при включении сварочных машин, а также несинусоидальность и несимметрия напряжения.

Настоящая статья посвящена оценке ущерба ЭМП при питании электроконтактных сварочных установок непосредственно от сети и через тиристорно-конденсаторный преобразователь с дозированной передачей энергии.

На рис.1 показаны упрощенная силовая схема и система управления преобразователем. Принцип работы рассматриваемого преобразователя в основном аналогичен работе преобразователя, приведенного в [2], поэтому здесь подробно не рассматривается. Следует отметить, что здесь трехфазный выпрямитель полууправляемый, и катодная вентильная группа (ВГ) состоит из двух управляемых вентильных групп ВГ1 и ВГ2. Такое построение силовой

схемы выгодно отличается от схемы преобразователя [2], так как уменьшается число последовательно соединенных вентилях в цепи контура тока нагрузки.

Для вывода накопленной энергии индуктивностей фаз сети (L_s) в демпферный конденсатор $C1$ здесь используются дополнительно две цепочки $VD4, VS1$ и $VD5, VS2$, причем импульсы управления $VS1$ подаются одновременно с импульсами управления $BГ1, VS4$, а на $VS2$ - с $BГ2, VS3$. В итоге накопленная в L_s энергия выводится на $C1$ и при отпирании тиристорного импульсного регулятора передается на нагрузку, что значительно повышает коммутационную устойчивость схемы [3]. На тиристорах $VS5...VS8$ собран параллельный инвертор, на выходе которого через трансформатор подключена нагрузка (свариваемые детали).

С помощью датчиков тока (ДТ) и датчиков напряжения (ДН) снимаются необходимые сигналы для организации работы системы управления (СУ) и преобразователя. СУ состоит в основном из трех блоков: блока управления импульсного регулятора (БУР), работающего в режиме частотно-импульсного регулирования; блока управления инвертора (БУИ), работающего в диапазоне частот от 50 до 80 Гц в зависимости от режима нагрузки; блок защиты (БЗ).

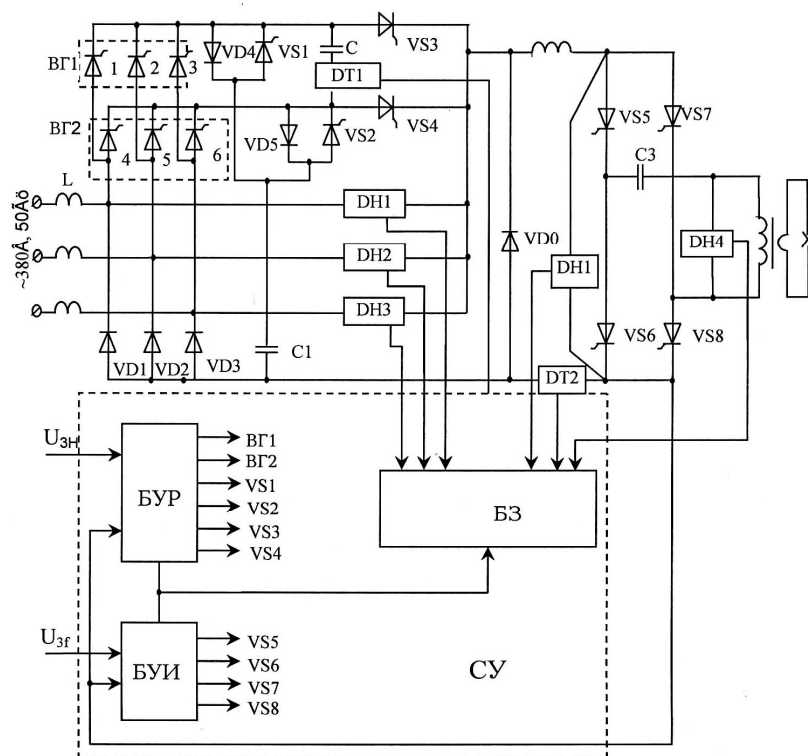


Рис.1

Такое построение силовой схемы и СУ позволяет получить на выходе кривую напряжения, близкую к прямоугольной, что позволяет улучшить устойчивость процесса оплавления и поднять его тепловую эффективность [3], а также равномерно загрузить все три фазы питающей сети, тем самым исключая появление составляющей нулевой и обратной последовательностей. В результате значительно повышается коэффициент мощности сварочной установки в целом.

На рис.2 показана экспериментальная схема измерений, проводившихся в процессе сварки, при питании сварочного трансформатора непосредственно от сети и от преобразователя. Многомодульный преобразователь мощностью до 250 кВА выполнен по схеме рис.1.

При питании сварочного трансформатора непосредственно от сети переключатель S1 находится в положении "1;2", а переключатель S2 отключен, причем при питании через преобразователь (П) S1 находится в положении "1'; 2' ", S2 - включен.

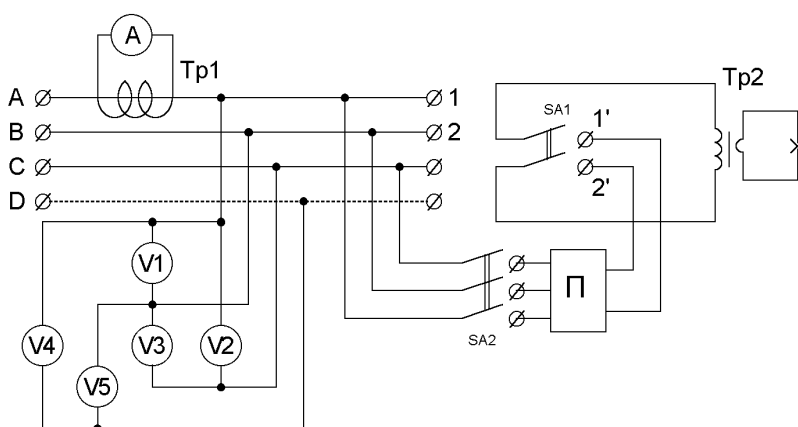


Рис.2

Измерение фазных напряжений производится вольтметрами V4 и V5, измерение линейных напряжений - вольтметрами V1, V2 и V3. В качестве вольтметров при измерении отклонения напряжения использовался самопишущий прибор Н390, а при регистрации быстродействующих изменений напряжения - шлейфовый осциллограф типа Н117.

На рис.3а представлены осциллограммы линейных и фазных напряжений, а также тока первичной обмотки сварочного трансформатора при питании его непосредственно от сети, а на рис.3б - осциллограммы при питании через преобразователь в процессе оплавления.

Как видно из представленных осциллограмм, при питании электроконтактной сварочной установки непосредственно от сети значительно влияние на питающую сеть, т.е. ухудшаются показатели качества электроэнергии.

Качество электроэнергии оценивалось по трем показателям: отклонению напряжения от номинального значения; коэффициенту обратной последовательности напряжения; размаху колебания напряжения.

Нормы на показатели качества электроэнергии (ПКЭ) установлены ГОСТ-13109-67 [4].

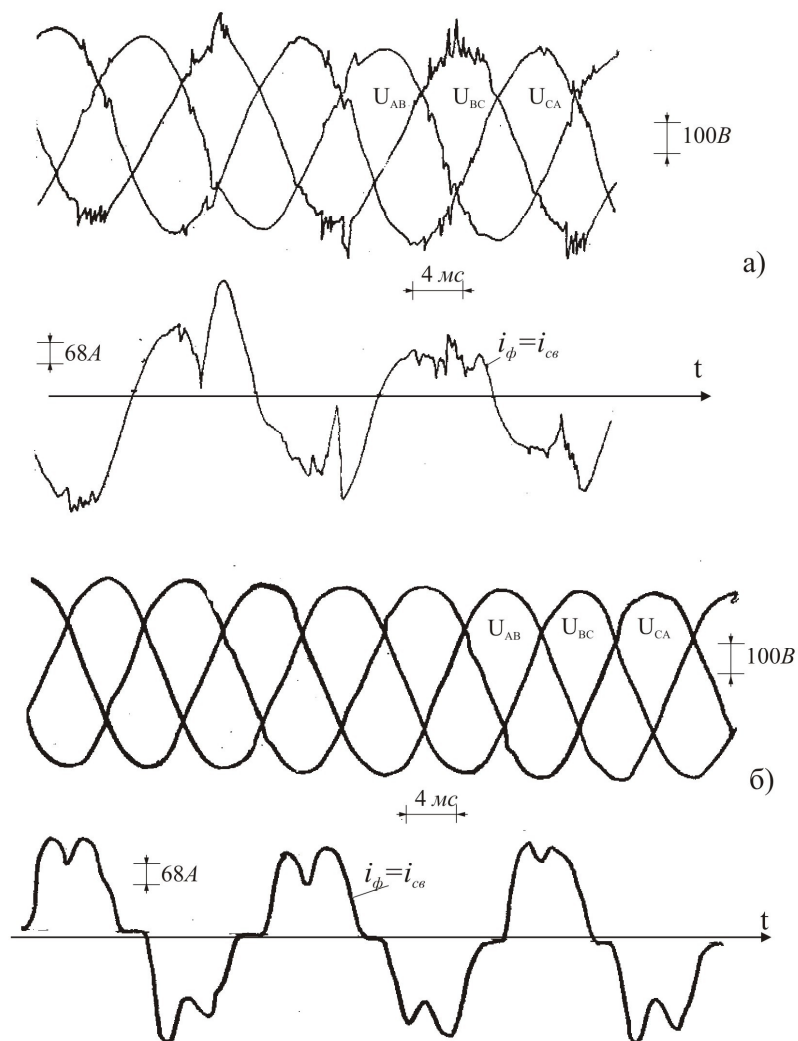


Рис.3

При снижении показателей качества электроэнергии по вине потребителя применяются надбавки к тарифу, которые для каждого показателя качества определяются по общей формуле [5]

$$H = 5 \frac{\Pi_{\phi} - \Pi_{\text{д}}}{\Pi_{\text{н}}} d, \quad (1)$$

где Π_{ϕ} - фактическое значение ПКЭ; $\Pi_{\text{д}}$ - значение ПКЭ, установленное в договоре на пользование электроэнергией; $\Pi_{\text{н}}$ - нормированное значение ПКЭ; d - отношение количества электроэнергии, потребленной при отклонении от договорных условий, к общему потреблению электроэнергии за расчетный период.

Суммарная надбавка к тарифу определяется как сумма надбавок, исчисленных по каждому показателю качества электроэнергии.

Отклонение напряжения в процессе сварки определяется по формуле

$$V_1 = \frac{U_{\text{ср}} - U_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}}} 100\%, \quad (2)$$

где

$$U_{\text{ср}} = \frac{U_{\text{AB}} + U_{\text{BC}} + U_{\text{CA}}}{3}, \quad U_{\text{ном}} = 380 \text{ В}.$$

Коэффициент обратной последовательности определяется по формуле

$$\varepsilon_2 = \frac{U_{\text{max}} - U_{\text{min}}}{U_{\text{ном}}} 100\%, \quad (3)$$

где U_{max} , U_{min} - наибольшее и наименьшее значения из трех линейных напряжений, измеренных в рассматриваемый момент времени.

Размах колебаний напряжения определяется по формуле

$$\delta V = \frac{0,4}{\delta V_{\text{ст}}} \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^k N_i (\delta V_i)^2}}{N_{\Sigma}}, \quad (4)$$

где k - число групп колебаний с различными размахами; N_i - число колебаний одинакового размаха (δV_i); N_{Σ} - суммарное число колебаний различного размаха за время T ; $\delta V_{\text{ст}}$ - допустимый размах, определяемый по ГОСТ.

По результатам проведенных измерений (рис.2, 3) и на основе формул (1)-(4) были рассчитаны суммарные надбавки к тарифу при питании сварочной электроконтактной установки непосредственно от сети и через преобразователь.

В первом случае суммарная надбавка к тарифу H_{Σ}^c получается $H_{\Sigma}^c = 198,3\%$, во втором случае $H_{\Sigma}^n = 8,21\%$. Стоимость 1 кВт.ч электроэнергии при питании установки от сети и через преобразователь, соответственно, определяется в виде $C_c = C_0 (1 + H_{\Sigma}^c / 100)$, $C_n = C_0 (1 + H_{\Sigma}^n / 100)$, где C_0 - стоимость 1 кВт.ч электроэнергии, установленной ГОСТ. Подставляя значения H_{Σ}^c и H_{Σ}^n , получим $C_c / C_n \approx 2,75$. Таким образом, при питании сварочной установки

непосредственно от сети суммарная надбавка к тарифу получается намного больше, чем при питании через преобразователь, т.е. экономическая эффективность применения трехфазного преобразователя более чем очевидна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Вагин. Г.Я.** Режимы электросварочных машин. - М.: Энергоатомиздат, 1985. -192 с.
2. **Петросян Н.Н.** Сетевой преобразователь для мощных источников электросвароч-ных установок // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. - 2001. -Т. 54, ¹1. - С. 81-86.
3. **Булатов О.Г. и др.** Тиристорно - конденсаторные источники питания для электротехнологии. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 200 с.
4. **Железко Ю.С.** Компенсация реактивной мощности и повышение качества электроэнергии. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 224 с.
5. Методические указания по контролю и анализу качества электроэнергии в электрических сетях общего назначения МУЗ4-70-033-82. СПО "Союзтехэнерго", 1983. - 105 с.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 15.03.2003.

Ն.Ն. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

ԷԼԵԿՏՐԱԿՈՆՍԱԿՏԱՅԻՆ ԵՌԱԿՑՄԱՆ ԵՌԱՖԱԶ ՏԵՂԱԿԱՑԱՆՔՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱՄԱԳՆԻՄԱԿԱՆ ՀԱՄԱՏԵՂԵԼԻՈՒԹՅՈՒՆԸ ՄԼՈՂ ՑԱՆՑԻ ՀԵՏ

Դիտարկվում են էլեկտրամագնիսական համատեղելիության հարցեր՝ կապված բարձր հզորության էլեկտրակոնստակտային եռակցման տեղակայանքների, փոփոխական էլեկտրական ցանցից սնման հետ: Ուսումնասիրվում են նաև այն միջոցները, որոնք հնարավորություն են տալիս փոքրացնել այդ տեղակայանքների ազդեցությունը էլեկտրական ցանցի վրա, մասնավորապես, եռաֆազ փոփոխական լարումը միաֆազ փոփոխական կարգավորվող լարման ստատիկ տիրիատորային կերպափոխի կիրառմամբ:

N.N. PETROSYAN

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF ELECTROCONTACT THREE-PHASE INSTALLATION WELDING

Electromagnetic compatibility of electroreceivers for feeding powerful welding electromagnetic installation is studied. Means of improving technical and economic parameters of these installations due to their feed, static thyristic converters of the three-phase voltage into adjustable single-phase are considered.