

УДК 621.314

## АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ АВТОНОМНОГО ИНВЕРТОРА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ

*Верещаго Е.Н., к.т.н., доц., Костюченко В.И., асп.*

*Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова, г. Николаев, 54025, пр. Героев Сталинграда, 9*

*E-mail: [yikmkua@mail.ru](mailto:yikmkua@mail.ru)*

Розглянуто питання структурної побудови автоматичного регулятора для автономного інвертору системи електроживлення зварювальної дуги, порівнюються зовнішні характеристики джерела живлення для можливих режимів роботи модуля.

**Ключові слова:** регулятор напруги, інвертор, оптимізація.

The problem of structural construction of automatic regulator for the autonomous inverting of the system of power supply of welding arc is considered, external descriptions of source of feed for the possible modes of operations of the module are compared.

**Key words:** regulator of a voltage, inverting, optimization.

**Введение.** Для наращивания выходной мощности статических преобразователей электрической энергии для дуговой сварки перспективно использование концепции многоканального преобразования [1]: построение электронного устройства на основе схмотехнических модулей (использование модульного агрегатирования систем из автономных преобразователей); при этом мощность каждого модуля относительно невелика, а в нагрузку передаётся сумма мощностей всех модулей. Здесь и ниже под модулем будем понимать самостоятельное преобразовательное устройство, выполняющее свою функцию преобразования электроэнергии и рассматриваемое с точки зрения конструктивно-технологического исполнения как единое целое.

**Анализ предыдущих исследований.** Блочномодульное исполнение систем электропитания для дуговой сварки в наибольшей мере отвечает интересам современного сварочного производства [2], так как позволяет для каждого конкретного процесса располагать оптимальным набором модулей и, следовательно, эффективно использовать их технологические возможности.

Как показано в [3], параллельная работа преобразователей постоянного тока, включенных на общую нагрузку, возможна только при наличии специальных устройств, обеспечивающих выравнивание токов между работающими блоками (при одинаковой их мощности). Эти устройства содержат цепи обратных связей между нагрузкой и каждым преобразователем. При этом для обеспечения устойчивости параллельной работы необходимо уделять значительное внимание синтезу частотно-зависимых параметров каналов регулирования по току. Недостатками такого способа параллельной работы модулей являются сужение области их применения, ухудшение качества выходных параметров при коммутаци-

ях нагрузки и увеличение массы и габаритов установленного оборудования в целом.

**Цель работы** – разработка способа организации параллельной работы, реализация которого не связана с введением дополнительных обратных связей и не накладывает каких-либо схемных и конструктивных ограничений на модульное агрегатирование системы.

**Материалы и результаты исследования.** Далее мы приведём один из возможных подходов, реализованный в комплексе технических средств электропитания, серийно выпускаемых в настоящее время.

В соответствии с предлагаемым подходом в модуле питания формируются следующие траектории изменения выходных параметров: на первом участке – стабилизация выходного напряжения с малой статической погрешностью регулирования на любом уровне от 0 до 1; на втором – ограничение тока нагрузки (работа с большим статизмом); на третьем – стабилизация выходного тока (тока нагрузки) на любом уровне от 0 до 1. На рис. 1 приведена качественная диаграмма возможных режимов работы модуля.

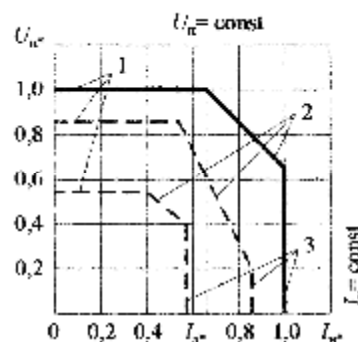


Рисунок 1 – Внешняя характеристика источника питания

Другие возможные режимы достигаются сочетанием указанных.

Идея параллельной работы в этом случае состоит в том, что по мере достижения номинальной нагрузки одним из преобразователей он переходит в режим работы с большим статизмом (участок 2) и начинает снижать своё выходное напряжение. При последующем увеличении нагрузки ее берет на себя другой модуль и т.д.

В системе управления используется канал регулирования напряжения и подчиненный контур регулирования тока. Такое структурное построение автоматического регулятора позволяет повысить качество регулирования в установившихся режимах и решить ряд других важных задач, например, ограничение различных координат, требующее изменения структуры регулятора. На регулятор напряжения, и связанные с ним узлы, возлагаются дополнительные задачи: ограничение сигнала задания  $U_{3T}$  для регулятора тока допустимым значением, которое может зависеть от значения тока источника питания (ИП), формирование сложного семейства внешних характеристик ИП и др. Особенность регулятора – в возможности гарантированного задания внешних характеристик и оперативного их изменения в процессе работы с помощью оперативных органов управления и настройки.

Схема такого регулятора напряжения (РН) представлена на рис. 2.

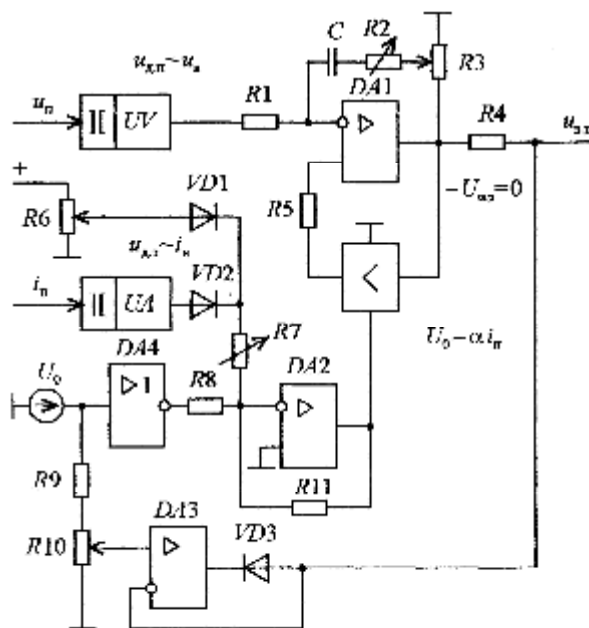


Рисунок 2 – Регулятор напряжения источника питания для дуговой сварки

Поясним принципы работы канала регулирования. ПИ – регулятор напряжения, имеющий пять варьируемых параметров настройки, с жестким и зависимым ограничением выходного сигнала реализован на операционных усилителях DA1-DA3. Напряжение ограничения изменяется по закону

$u_{огр} = U_0 - \alpha i_n$  при  $i_n > I_{3*}$ ,  $u_{огр} \equiv U_0$  при  $i_n < I_{3*}$ . Коэффициент наклона  $\alpha$  устанавливается резистором R7, а значение  $I_{3*}$  – резистором R6.

Собственно ПИ-регулятор напряжения с отдельно регулируемым усилением и постоянной времени и ограничением в цепи обратной связи выполнен на усилителе DA1. На вход этого усилителя поступает сигнал с выхода датчика напряжения UV. В схеме предусмотрен контур ограничения тока, снижающий напряжение задания при увеличении тока. Этот узел содержит линейный преобразователь на DA2, формирующий необходимую зависимость  $U_{3T}$  от  $i_n$ . Выходное напряжение контура питает узел ограничения выходного напряжения регулятора.

Усилитель DA2 суммирует сигналы с выхода датчика тока UA, эталонного источника  $U_0$  и сигнал задания  $I_{3*}$ .

Усилитель DA3 и диод VD3 образуют схему жесткого ограничения выходного напряжения РН. Уровень ограничения регулируется резистором R10, по величине которого устанавливается точка пересечения участков 2 и 3 внешней характеристики. В результате обеспечивается формирование внешней характеристики ИП требуемой формы.

**Выводы.** Таким образом, разработанная и реализованная в экспериментальном образце структурно-алгоритмическая организация обеспечивает высокую унификацию устройств, заключающуюся в том, что серия преобразователей на заданную шкалу мощностей при одной и той же элементной базе строится на базе лишь одного модуля, который может быть хорошо отработан. Решение вопросов унификации позволяет уменьшить себестоимость оборудования, упростить его обслуживание, повысить надёжность устройств электропитания и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мызык Г.С. Основы теории структурно-алгоритмического синтеза источников вторичного электропитания: - М.: Моск. энерг. ин-т, 1989. – 109 с.
2. Горбач В.Д. Технология сварки и сварочное оборудование в судостроении // Сварочное производство. 1995. №5. С. 8-10.
3. Конев Ю.Н., Юрченко А.И., Букряев С.С. Транзисторные сумматоры мощности в системах параллельной работы источников питания. – ЭТВА / Под ред. Ю.Н. Конева. – М.: Сов. радио, 1980, Вып. 11. – С. 48-55.

Стаття надійшла 20.04.2008 р.  
Рекомендовано до друку д.т.н., проф.  
Родькіним Д.Й.