

ОТЗЫВ

официального оппонента Туищева Алексея Ивановича на диссертационную работу Мишина Алексея Владимировича «Разработка и исследование элементов системы управления сварочным инвертором с низкой чувствительностью к параметрическим изменениям», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальностям: 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы»

1. Структура и объём диссертации

Диссертация выполнена на кафедре «Электропривод и автоматизация промышленных установок» Ульяновского государственного технического университета, она состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы (123 наименования) и приложений (5 страниц), включает 159 страниц машинописного текста, 85 рисунков и 19 таблиц.

Во введении представлены: актуальность работы, цель и задачи научного исследования, научная новизна работы, основные положения, выносимые на защиту, практическая ценность работы, методы исследований, апробация работы.

В первой главе проведён обзор существующих устройств адаптивных систем, дано понятие адаптации, описаны основные методы адаптации, показана структура адаптивной системы, затем сделан анализ источников сварочной дуги, а также ВАХ сварочной дуги, ВАХ трансформаторов, приведены способы настройки сварочных трансформаторов, показаны особенности сварочных выпрямителей и инверторов, представлены человек-сварщик в системе управления сварочной дугой в виде двух структурных схем. Оператор как элемент САУ описан в виде динамического звена «чистого» транспортного запаздывания. Если человек работает в замкнутой системе управления, то он представляет себя в виде интегрирующего звена.

В этой главе обоснованы требования к системе управления сварочным процессом и показаны определённые приёмы снижения чувствительности.

Во второй главе рассматривается сварочная дуга как элемент системы управления, приводятся виды дугового разряда, способы создания дугового разряда, описывается способ создания дуги прямого и косвенного действий, даётся уравнение общего падения напряжения дуги, включающий падение катодной и анодной зонах, а также в столбе дуги, приводится вольт-амперная характеристика открытой дуги. Модель дуги представлена системой уравнений, включающей параметры силовой цепи дуги, перемещения электрода, градиент потенциала в столбе дуги и приэлектродные падения напряжения. Модель нелинейна, она связана нелинейной приведённой индуктивностью трансформатора и дросселя. Модель на практике реализуется приведённой функциональной схемой дуги постоянного тока. На основе анализа различных схем инверторов тока (ИТ) выделяется общая структура устройств, составляющих функциональную схему сварочного инвертора. Рассматриваются в данной главе влияющие на стабильность дуги явления скин-эффекта и эффекта близости. Анализируются применения проводников различного сечения с целью снижения влияния на дугу вышеуказанных эффектов, доказываётся эффективность применения ленточного провода. В данной главе также приводятся результаты вычисления гармонических составляющих для синусоидальной и прямоугольной форм напряжения. В конце второй главы даётся обоснование применения адаптивного регулятора, минимизирующего дисперсию силового тока.

Третья глава посвящена синтезу системы управления инвертора с низкой чувствительностью, для чего разработана автором структурная схема управления, представленная элементами в форме динамических звеньев САУ. Синтез регулятора напряжения выполнен исходя из настройки контура на технический оптимум, передаточная функция представлена в нормированной форме записи. Автор провёл анализ выражений

передаточных функций контуров напряжения и тока, позволивший определить показатель колебательности с учётом чувствительности. В работе показана необходимость введения упреждающей коррекции в системе управления, инвариантную к изменению нагрузки в широких пределах, проведён анализ влияния коэффициента дифференциального сигнала и значения коэффициента соотношений сопротивлений нагрузки реальной и расчётной цепи, получен график зависимости показателя чувствительности от указанных коэффициентов в системе 3Д. В работе представлена схема компенсирующей цепи упреждающей коррекции, проведён синтез системы с учётом оператора, представленного в виде передаточной функции, позволяющей составить модель для конкретного входного сигнала и определённого объекта управления. Для реализации системы управления составлена структурная линеаризованная схема электродуговой сварки с учётом оператора. Влияние случайных сигналов на функционирование системы сварки показано определением величины выходного сигнала, определены значения минимума дисперсии в вариациях постоянных времени и коэффициентов передачи передаточной функции системы. С целью надёжной работы адаптивного регулятора проведён синтез структуры вычислителя параметров случайного сигнала, представлена аналоговая реализация вычислителя, построенная на операционных усилителях, составлены структурная схема адаптивного регулятора тока и алгоритм снижения дисперсии.

Четвёртая глава посвящена экспериментальному исследованию сварочного инвертора с адаптивным регулятором. Для анализа процессов сварки была использована экспериментальная установка. В ходе опытов были получены графики тока сварочной дуги, годограф, характеризующий поиск экстремума и значения среднеквадратичного отклонения сварочного тока, проведено исследование различных моделей дуги постоянного тока ручной электродуговой сварки.

По результатам диссертационной работы сделаны выводы.

2. Актуальность темы диссертации

Диссертация Мишина А.В. посвящена разработке и исследованию элементов управления сварочным инвертором с целью получения стабильности горения дуги. Эта цель достигается синтезом системы с низкой чувствительностью к параметрическим изменениям, учитывающим влияния оператора как звена автоматического регулирования и использованием в структуре системы управления адаптивного регулятора.

3. Научно-технический уровень и научная ценность диссертации

1. Проведён анализ существующих сварочных инверторов и систем управления сварочной дуги.

2. Предложено использование упреждающей коррекции для снижения чувствительности к вариациям параметров сварочного инвертора.

3. Разработаны элементы системы управления инвертором:

- адаптивный регулятор тока,
- вычислитель параметров случайного сигнала.

4. Разработана модель системы управления сварочной дугой с учётом человека-оператора как звена в контуре управления инвертором.

5. Предложен алгоритм снижения чувствительности системы управления инвертором к параметрическим изменениям за счёт использования упреждающей коррекции и адаптивного регулятора в контуре системы управления сварочным процессом.

4. Практическая ценность работы

Разработаны элементы системы управления инвертором в виде вычислителя параметров случайного сигнала и адаптивного регулятора сварочного тока. Снижены разброс тока в процессе сварки и количество обрывов дуги, повышена стабильность работы сварочного инвертора.

5. Оформление материалов диссертации

Диссертация написана ясным языком. Оформление диссертации в целом соответствует предъявляемым требованиям. Опубликованные работы

отражают содержащиеся в диссертации научные результаты, а также основные аспекты их практической реализации.

Автореферат диссертации достаточно полно отражает основные положения диссертационной работы.

6. Замечания по диссертации

1. В диссертации следовало бы сделать вначале анализ источников сварочной дуги, а затем дать необходимость использования адаптивных устройств в системе управления сварочной дуги.

2. Излишним является описание известных способов сварки и понятия адаптации, представленных во многих изданиях.

3. Не дано объяснение, почему в одном случае оператор описывается передаточной функцией динамического звена чистого запаздывания, а в другом – интегрированным звеном системы.

4. Для анализа чувствительности системы не обоснован метод её определения (структурный метод уравнений, синтез малочувствительных систем) с целью влияния на точность системы.

5. В работе не даётся уровень расхода электроэнергии с использованием адаптивного регулятора и без него.

6. В работе не даётся оценка экономической эффективности от реализации предлагаемых технических решений.

7. Заключение

В целом диссертационная работа Мишина А.В. является законченным исследованием, в котором решена задача построения инверторных систем с низкой чувствительностью, позволяющая повысить качество сварочного процесса. Это было достигнуто использованием вычислителя параметров случайного сигнала и адаптивного регулятора тока в составе системы управления инвертором.

По объёму и научному уровню полученных результатов диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Мишин Алексей

Владимирович, заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальностям 05.13.05 – «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления», 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Официальный оппонент

доктор технических наук,

профессор кафедры «Прикладная математика и информатика»

Тольяттинского государственного университета

 А.И. Туищев

