

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР «ІМЕСГ» НААН**



***ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***VI Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
112-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,  
віце-президента УАСГН  
КРАМАРОВА  
Володимира Савовича  
(1906-1987)***

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

***21-22 лютого 2019 року  
м. Київ***

УДК 621.791.763

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУХКОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ СВАРКИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

**В. Н. БАРАНОВСКИЙ**, доктор технических наук, профессор  
*Тернопольский национальный технический университет  
имени Ивана Пулюя*

**В. В. ТЕСЛЮК**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**В. Б. ОНИЩЕНКО**, кандидат технических наук, доцент  
*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*  
*E-mail: baranovskyvm@ukr.net, vtesluk@i.ua*

Контактная точечная сварка наиболее широко применяется в сельскохозяйственном машиностроении. Этому способствовали положительные особенности процесса контактного точечного сваривания: незначительные остаточные деформации, высокая производительность, высокий уровень механизации и автоматизации, гибкость и универсальность технологического процесса, отсутствие вспомогательных сварочных материалов и т.п.

Вместе с тем, для получения неразъемных соединений в изделиях, которые работают в агрессивных средах, при динамических нагрузках, что характерно для механизмов сельскохозяйственного назначения к качеству точечных сварных соединений предъявляются повышенные требования. Особенно это относится к надёжности и стабильности прочностных характеристик процесса, уровню остаточных деформаций, гарантированному уровню надёжности отсутствия разных видов дефектов, например, таких как непровары и выплески [1].

Для повышения технологических характеристик сварных соединений, которые выполнены контактной двухсторонней точечной сваркой, необходимо использовать методы и способы с программированным изменением параметров и режимов сварки, или программированным воздействием на зону формирования точечных сварных соединений, которые позволяют управлять термическими и деформационными процессами, протекающими в зоне сварки.

Программированное воздействие процессами сварки обеспечивается принципами построения та методами расчета автоматических систем – теории технических средств автоматики или элементов программирования и теории автоматического управления [2].

Параметрами, которые наиболее значимо влияют на процесс

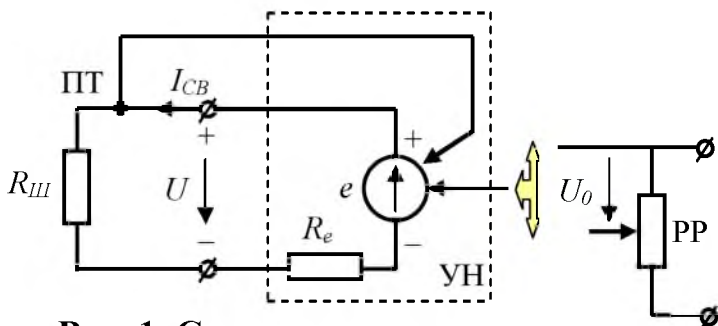
формирования точечного сварного соединения и различают между собой все многообразие известных способов двусторонней точечной сварки, являются напряжением сваривания, родом сварочного тока и формой его импульса. Это их различие обусловлено в основном особенностями устройства силовых электрических контуров машин контактной точечной сварки или источников питания.

Программированное воздействие процессами сварки, или автоматическое управление свариванием осуществляется двумя основными методами – системой автоматического управления (САУ) за возбуждением (рис. 1) и за отклонением (рис. 2) управляемой величины. Третий дополнительный метод программного воздействия – комбинированный, который объединяет первые два основных метода.

Имеющиеся поле присущих и возбуждающих факторов  $f_1(t_{CB}), f_2(t_{CB}), \dots, f_i(t_{CB}), i = 1, 2, \dots, n$  –

одно с главных оснований и подтекстов, которые отклоняют управляемую величину (напряжение выхода  $U$ , рис. 2) от автоматического закона управления.

Если возбуждающий фактор вызывает увеличение управляемой величины  $U$ , тогда регулятор



**Рис. 1. Схема системы автоматического управления за возбуждением**

создает управляющее воздействие (влияние), направленный на уменьшение регулируемой величины до заданного значения.

Напряжение на выходе  $U$  усилителя напряжения (УН) будет определяться законом управления

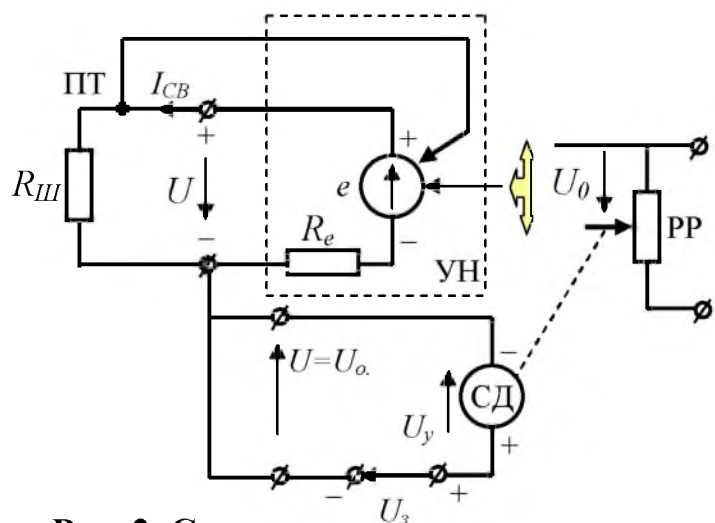
$$U = e - I_{CB} R_e = const, \quad (1)$$

при этом для измерения величины возбуждающего фактора (силы тока  $I$ ) используют питатель тока (ПТ), а закон управления имеет вид

$$U = kU_0 + (ka - R_e), \quad (2)$$

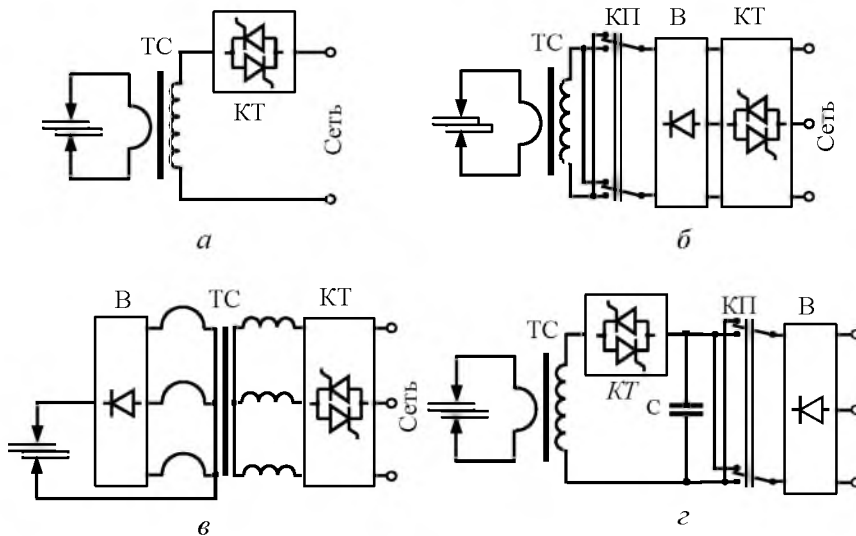
где  $e = k(U_0 + aI_{CB})$ ;  $aI = R_{ш}$  – сопротивление шунта, который выступает в качестве ПТ. За условия  $ka = R_e$  напряжение на выходе ПТ всегда постоянное, то есть  $U = kU_0 = const$ . Данная

зависимость определяет заданный режим или закон управления, или программного воздействия на процесс сварки, путем введения компенсирующей связи по этому возбуждению.



**Рис. 2. Схема системы автоматического управления за отклонением**

Принцип управління за відхиленням (рис. 3) передбачає виконання рівності  $y(t_{CB}) = f(t_{CB})$ , тобто узгодження функції  $y(t_{CB})$ , яка описує зміну во часі  $t_{CB}$  управляємої величини і функції  $f(t_{CB})$ , яка представляє закон управління. При цьому завжди існує величина  $x(t_{CB}) = f(t_{CB}) - y(t_{CB})$ , яка визначає відхилення роботи САУ.



**Рис. 3. Структурні силові схеми машин контактної зварки:** ТС – силовий зварочний трансформатор; КТ – контактор (тиристорний); В – випрямительний блок; КП – комутуючий переключальник; С – блок конденсаторів

в цьому разі, коли напруга управління СД дорівнює нулю, або  $U_y = 0$ , вал СД є нерухомим. Тоді виконується рівність

$$U = U_{o.c} = U_z, \quad (3)$$

де  $U_{o.c}$  – напруга зворотного зв'язку;  $U_z$  – напруга задання.

Якщо умова (3) не виконується, тоді з'явиться напруга  $U_y$  управління

$$U_y = U_z - U_{oc} = U_z - U. \quad (4)$$

При цьому вал СД починає обертання і виконує регулювання напруги входу ПТ до тих пор, коли не вирівняються напруга задання  $U_z$  і напруга  $U$  на виході ПТ.

Визначаючими параметрами, які найбільш значимо впливають на процес формування точкового зварного з'єднання і відрізняють між собою всі різноманітні відомі способи двосторонньої точкової зварки, є род зварочного струму і форма його імпульсу. Їх різниця обумовлена особливостями пристрою силових електричних контурів машин контактної точкової зварки. Тому способи контактної точкової зварки за родом зварочного струму і формою його імпульсу розділяють на наступні групи: контактна точкова зварка змінним струмом, рис. 3а; низькочастотна контактна точкова зварка (струмом пониженої частоти монополярними або уніполярними імпульсами), рис. 3б; конденсаторна контактна точкова

Для приведення управляємої величини до заданого значення необхідно наявність зворотного зв'язку або замкнутого контуру передачі управляючих сигналів з вихода на вхід об'єкта управління.

В САУ (рис. 3) об'єктом управління є УН, а управляємої величиною – напруга вихода  $U = const$ , або закон управління. Вал серводвигателя (СД) зв'язаний з регулюючим регулятором (РР), при

сварка, рис. 3в; контактна точечна сварка постійним током, рис. 3г. Кожна з цих груп способів має свої особливості, переваги та недоліки.

Використання теорії автоматичного управління в процесах контактної точечної зварювання елементів конструкції сільськогосподарських машин дозволить підвищити рівень зварочних робіт та якість зварюваних деталей.

### Література

1. С. Н. Козловський С. Н. Основи теорії та технології контактної точечної зварювання : монографія. СибГАУ. Красноярськ, 2003. 328 с.
2. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. К., 1977. – 215 с.