

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ MIG-MAG СВАРКИ

*Т.С. Сайлаухан, студент гр. 10А12,*

*научный руководитель: Солодский С.А., к.т.н., доцент,*

*Юргинский технологический институт (филиал)*

*Национального исследовательского Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, д. 26*

**Аннотация.** Предложен новая технология реализации управления процессом MAG, MIG-сварки при питании сварочной дуги переменным током с технологическим оборудованием, обеспечивающим импульсную подачу сварочной проволоки в зону горения дуги. Процесс обеспечивает снижение теплового воздействия на зону термического влияния, стабилизирует время образования капли электродного металла за счет снижения внешнего магнитного воздействия на сварочную дугу.

**Abstract.** A new technology is proposed for the implementation of MAG, MIG-welding process control when the welding arc is powered by alternating current with technological equipment that provides pulsed supply of welding wire to the arc gorenje. The process reduces the thermal effect on the zone of thermal influence, stabilizes the time of formation of a drop of electrode metal by reducing the external magnetic effect on the welding arc.

**Ключевые слова:** MAG, MIG сварка, сварочная дуга.

**Keyword:** MAG, MIG welding, arc welding.

Условия существования дуги при ее питании от источников переменного тока промышленной частоты отличаются от условий ее существования при питании постоянным током. При синусоидальном напряжении частоты 50 Гц активное пятно на катоде сто раз в секунду изменяет свое напряжение. К концу каждого полупериода синусоидальное напряжение уменьшается до нуля; при этом уменьшается напряженность электрического поля разрядного промежутка. Вследствие этого уменьшается степень ионизации газа в столбе дуги, рассасывается пространственный объемный заряд в приэлектродных областях. Все это ухудшает условие поддержания стабильного дугового разряда [1]. Однако сварка на переменный ток дуги имеет ряд преимуществ, отсутствие дестабилизирующего воздействия внешнего магнитного поля дуги обеспечивает ее стабильность в пространстве, имеющее место катодное распыление в полупериоды, когда катодом является изделие, разрушается оксидная пленка. Дуга переменного тока дает более лучшее для сварного соединения распределение температурных полей, что сказывается на качестве микроструктуры и остаточных напряжениях. Отсутствие отклонений электрической дуги от оси электрода, низкая зона термического влияния и более оптимальный температурный цикл за счет модуляции тока дуги, лучшее перемешивание и очищение металла шва за счет смены полярности переменного тока дуги [2]. Данной проблемой занимались Патон Б.Е., Лебедев В.А., Микитин Я.И.

Несмотря на это MIG, MAG сварка на переменном токе не нашла распространения из-за недостатка, ограничивающего этот способ в использовании. Недостаток заключается в том, что условием стабильного горения дуги при дуговой сварке в защитной среде инертных газов на переменном токе является регулярное восстановление разряда при смене полярности, поэтому для возбуждения дуги переменного тока требуется источник питания с повышенным напряжением холостого хода. Одним из главных ограничений применения сварки на переменном токе является короткие замыкания дугового промежутка при переходе электродного металла в сварочную ванну. Решение всех недостатков позволит получить энергосберегающий способ сварки и повысить качество сварных соединений за счет лучшего термического цикла и более интенсивных процессов раскисления и рафинирования металла [3].

Предлагаемая технология сварки заключается в следующем. Сварка ведется в среде защитных газов с питанием электрической дуги переменным током, с одновременным применением двух источников импульсов механического и электрического. Сварку ведут на переменном токе промышленной частоты, синхронизированную с циклами импульсной подачи сварочной проволоки с управлением процессом за счет каналов обратной связи (Рисунок 1). Плавление сварочной проволоки осуществляют в цикле нарастания тока дуги T1 по синусоидальному закону, согласованному с циклом паузы подачи проволоки. Перенос электродного металла происходит с коротким замыканием дугового промежутка в цикле спада и смены полярности тока дуги T2 за счет импульса подачи сварочной проволоки. Зажигание дуги осуществляют принудительным движением проволоки от сварного шва в цикле нарастания тока дуги. Для этого используется оригинальный импульсный механизм подачи проволоки [4].

Особенности технологии заключается в следующем. Плавление сварочной проволоки и первоначальное формирование капли электродного металла осуществляется в момент отсутствия подачи сварочной проволоки в момент времени, когда полярность дуги переменного тока промышленной частоты – обратная. Во время паузы в подаче сварочной проволоки при горении дуги на обратной полярности, когда анод горячее катода, увеличивается скорость плавления и при этом формируется капля электродного металла. Далее происходит импульс подачи сварочной проволоки в момент T1, когда синусоида напряжения дуги достигает нулевого значения, а ток дуги, сдвинутый по фазе, плавно снижаясь, стремится к нулю и, соответственно, перенос жидкой капли электродного металла через дуговой промежуток происходит при минимальном давлении на нее сил сварочной дуги. Процесс перехода капли в сварочную ванну происходит с коротким замыканием дугового промежутка во время перехода тока дуги с обратной полярности на прямую, и в период окончания цикла импульса подачи проволоки T2. При этом ток дуги имеет небольшое значение, что уменьшает силу газодинамического удара при разрыве перемычки, и способствует более плавному переходу электродного металла в изделие. Стабилизация поджига дуги и снижение времени разрыва жидкой перемычки электродного металла между сварочной проволокой и сварочной ванной происходит за счет управляемого по каналам обратной связи поступательного движения сварочной проволоки вверх от изделия [5].

Кроме этих условий для получения качественного сварного шва силовая часть электрической схемы, управляющая работой привода подачи проволоки, должна учитывать индуктивный характер нагрузки (электромагнита или электродвигателя).

Исходя из выше сказанного, механизм импульсной подачи сварочной проволоки вместе с электрической схемой и сварочной дугой должен представлять систему автоматизированного управления, важнейшей частью которого является система обратной связи. Такая схема управления может работать с любым приводом (электромагнитным или приводом с помощью электродвигателя) импульсной подачи сварочной проволоки.

Блок коррекции должен следить за изменением параметров сварочной дуги и в зависимости от этого вносить соответствующие изменения в тракт движения сварочной проволоки. Такая коррекция происходит на уровне образования и переноса капли электродного металла в сварочную ванну. Следовательно, этот блок должен иметь обратную связь по напряжению или по току.

Блок коррекции параметров дуги включает в себя датчик сварочного тока или напряжения дуги (DA1) и узел согласования, который согласует параметры сварочной дуги и входной импеданс блока управления и тем самым осуществляет гибкую обратную связь по току или напряжению (обратная связь по напряжению обозначена пунктиром). Кроме того, в состав блока входит схема сравнения заданного напряжения с сигналом обратной связи (DA2) и в зависимости от установки движка потенциометра (PR1) выдает сигнал коррекции на генератор импульсов. Для согласования работы блока коррекции генератора импульсов, а так же исключения электрической связи между ними необходимо ввести гальваническую развязку трансформаторную или оптронную (VU1).

#### Выводы

Разработанная технология позволяет:

- а. согласовать перенос электродного металла с циклами смены полярности тока промышленной частоты за счет импульсной подачи сварочной проволоки при токе, близком к нулю и минимальном давлении сил дуги при снижении тока дуги по синусоидальному закону, за счет импульса подачи проволоки. Стабилизировать перенос электродного металла в сварочную ванну, за счет управления процессом по каналам обратной связи автоматизированной системой управления. Перенос осуществляется с промышленной частотой 50 Гц,
- б. снизить размер переносимой капли электродного металла вследствие снижения тока дуги по синусоидальному закону и, как следствие, отсутствия давления дуги во время переноса капли, что позволяет получать мелкокапельный перенос, снижение теплоемкости электродного металла и выгорания легирующих элементов, что приводит к увеличению ударной вязкости сварного соединения.
- в. уменьшить время перехода капли электродного металла со сварочной ванной в связи с тем, что короткое замыкание и одновременный переход капли электродного металла в сварочную ванну осуществляется в момент перехода тока через ноль и смены его полярности с обратной на прямую, что приводит к снижению силы газодинамического удара до минимума. Это способствует снижению потерь электродного металла на разбрызгивание до 4%,

- г. уменьшить ширину зоны термического влияния сварного соединения до 15%, за счет циклического и плавного, по синусоидальному закону, изменения тока дуги и его полярности и, как следствие, циклической эмиссии электронов с катода, что приводит к получению более равновесной, мелкозернистой микроструктуры сварного соединения,
- д. повысить энергоэффективность процесса сварки за счет снижения энергопотребления процесса сварки при использовании для питания электрической дуги сварочные трансформаторы переменного тока.
- е. снижение зоны термического влияния и хорошее перемешивание металла шва происходит без использования дорогостоящих высокотехнологичных импульсных источников питания.

Список использованных источников:

1. Saraev Y. Adaptiv pulse-arc welding methods for construction and repair of the main pipelines. Proceedings of The 2nd South-East European IIW International Congress "Welding - HIGH-TECH Technology in 21st century". Sofia, Bulgaria, October 21st-24th 2010, p. 174 - 177.
2. Lebedev V.A. Creating mechanized arc-welding equipment with pulsed electrode supply. Russian engineering research. 2009. т. 29. № 2. с. 131-135.
3. Chinakhov D.A., Agrenich E.P. Computer simulation of thermo-mechanical processes at fusion welding of alloyed steels // Materials Science Forum. - Vols. 575-578 (2008). - Pp. 833-836.
4. Brunov, O.G., Solodskii, S.A. Physico-mathematical modelling of the transfer of electrode metal droplets into the weld pool. Welding International. 2009. 23 (12), pp. 930-933.
5. Патон Б.Е., Лебедев В.А., Пичак Б.Г., Полосков С.И. Эволюция систем импульсной подачи электродной проволоки для сварки и наплавки. Сварка и диагностика. 2009. № 3. с. 46-50.
6. Brunov, O.G., Solodskii, S.A., Zelenkovskii, A.A. Conditions of arc ignition in welding in shielding gases/Welding International 2012 26 (9), pp. 710-712.
7. Chinakhov D. A. Study of thermal cycle and cooling rate of steel 30ХГСА single-pass weld joints // Applied Mechanics and Materials. - Vols. 52-54. - 2011. - p. 442-447. - Mode of access: <http://www.scientific.net/AMM.52-54.442>.
8. Valuev D. V. , Danilov V. I. Reasons for Negative Formation of Structures in Carbon Steel Processing of Pressure // 7th International Forum on Strategic Technology (IFOST - 2012): Proceedings: in 2 vol., Tomsk, September 18-21, 2012. - Tomsk: TPU Press, 2012 - Vol. 2 - p. 151-154.

### РАЗМЕРНЫЙ АНАЛИЗ СБОРОЧНОГО ЧЕРТЕЖА РАБОЧЕГО УЗЛА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТОВ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Е.А. Алфёрова<sup>а</sup>, к.ф.-м.н., доцент, У Хайян<sup>б</sup>, магистрант,  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: <sup>а</sup>[alferova@tpu.ru](mailto:alferova@tpu.ru), <sup>б</sup>[mengruhuangtu@gmail.com](mailto:mengruhuangtu@gmail.com)

**Аннотация.** В работе проведен размерный анализ сборочных размерных цепей рабочего узла автоматической линии производства листов древесно-стружечных плит, выявлены причины приводящие к невозможности сборки узла при изготовлении деталей по существующим чертежам.

**Abstract.** In the work, a dimensional analysis of the assembly dimensional chains of the working unit of the automatic line for the production of chipboard sheets was carried out, the reasons leading to the impossibility of assembling the assembly in the manufacture of parts according to existing drawings were identified.

**Ключевые слова:** конвейерная лента; роликовый узел; размерный анализ; сборочный чертеж.

**Keywords:** conveyor belt; roller assembly; dimensional analysis; Assembly drawing.

Конвейеры являются широко распространенным оборудованием в производстве и используются для перемещения различного типа грузов.

Стабильность работы, долговечность и ремонтпригодность изделий в том числе зависят от качества разработанных чертежей. В настоящей работе рассматривается проблема, связанная с тем, что при ремонте ленточного конвейера при изготовлении сменных деталей по имеющимся чертежам сборка узла оказалась невозможна. В представленном исследовании освещается только часть работы, связанная со сборочным процессом. Более подробно результаты представлены в [1].

Цель работы: провести анализ сборочного чертежа узла, а также размерный анализ сборочных цепей и выявить основные причины, которые приводят к невозможности собрать узел.