



Possibilities and Limitations of Modern Technologies and Equipment for Welding in a Protective Gas Environment

Sasho ILIEV, Rusi MINEV, Nikolay FERDINANDOV

Department of Material Science and Technology at the University of Ruse, Ruse, Bulgaria,
e-mail:; siliev@uni-ruse.bg; rus@uni-ruse.bg; nferdinandov@uni-ruse.bg

Abstract

The contemporary production of welded structures undergoes continuous development, which makes final products more and more complex and the requirements for them higher. This also leads to changes in the welding technique. At this stage, the most rapidly developing method is the MIG/MAG welding.

In recent years, extensive demand and application have been found in the Impulse Welding with Inverter Multiprocessor Machines. The devices are compatible with the modern communications technologies typical for the Industry 4.0 generation. They have embedded welding procedures (WPS) according to ISO 151612, which meet the requirements of EN 1090-1. They also have Spatter Reduction Systems (SRS) that can regulate the additional heat transfer to the material (for carbon and stainless steel up to 3 mm thick). Thus, additional operations are reduced.

The presentation is focused on all of the above features and some other examples of innovations in the latest generation welding equipment. It describes the machines capabilities, application areas and their specific characteristics.

Keywords: Welding Equipment, Modern Technologies, Welding in a Protective Gas Environment

Възможности и ограничения на съвременните технологии и оборудване за заваряване в защитна газова среда

Сашо ИЛИЕВ, Руси МИНЕВ, Николай ФЕРДИНАНДОВ

1. Увод

Основно място в производствения процес на съставни продукти намират технологиите и процесите на съединяване чрез заваряване, спояване и лепене. Заваряването е един от най-широко използваните технологични процеси в промишлеността за получаването на монолитни неразглобяеми съединения.

Заваръчната индустрия е изправена пред сложно предизвикателство свързано с нарастващата липса на квалифицирани заварчици. Макар че това не е нов проблем много фирми произвеждащи заварени конструкции се борят всеки ден, за да запазят конкурентоспособността си.

Според Американското дружество по заваряване, индустрията ще се сблъска с недостиг на около 400 000 заварчици до 2024 година [1]. Това се дължи както на липсата на квалифицирани работници, така и на застаряващото население по света. В Съединените щати средната възраст на заварчиците е 57 години.

В отговор на това предизвикателство за индустрията, производителите на заваръчно оборудване разработват иновативни технологии, за да направят по-лесно и по-рентабилно набирането и обучението на заварчици. Някои от тези технологични подобрения могат да се използват и за преквалифициране на съществуващите служители и за подобряване на техните умения.

На този етап най-бързо развиващият се и производителен метод е този за заваряване в защитна газова среда МИГ/МАГ [2].

В работата са представени, някои възможности на съвременните технологии и оборудване за заваряване на материалите по метод (МИГ/МАГ).

2. Изложение

Понастоящем има сериозен интерес, включително в международен план към съвременните методи за заваряване в защитна газова среда, като обаче е налице и недостатъчно познаване на технологичните им възможности и зрялост.

Съвременното производство на заварени конструкции търпи непрекъснато развитие, поради което крайните продукти стават все по-сложни, а изискванията към тях – все по-високи, което е свързано и с развитието на заваръчната техника [3].

Новите усъвършенствани заваръчни процеси предлагат повишена производителност, лесен контрол, повишено качество на шевове.

В таблица 1 е направена съпоставка на възможностите на съвременно заваръчно оборудване от водещи и популярни в България производители за МИГ/МАГ заваряване [4].

Таблица 1. Възможности на съвременно заваръчно оборудване

Марка	Cebora	Lorch	Fronius	ESAB
				
Модел/ Функция	KING STAR 400 TS Pulse	Micor MIG Pulse 400 BP BW	TPS 400i Pulse	ESAB Aristo Mig 4004i Pulse U8
Надстройване на софтуера	X	X	X	X
Мултипроце- сорна работа	X	X	X	X
Импулсно заваряване	X	X	X	X
Touch screen	X	O	X	O
WPS	X	X	X	X
Защита на програмите	X	X	X	X
Високопроизво- дително заваряване	HI Deposit Pulse	Speed Pulse	PMC (Pulse Multi Control)	SuperPulse

Последните години широко търсене и приложение намират инверторните мултипроцесорни импулсни заваръчни машини [5, 6]. Наличието в тях на синергични (предварително зададени) програми улеснява управлението на режима, като се настройва само един желан параметър, а всички останали се коригират автоматично в съответствие с предварително зададените от производителя програми.

Технологичните подобрения са довели до създаване на токоизточници с опростени интерфейси, което улеснява заваряването дори и при кадри с ниска квалификация. Примери за такива подобрения са: предварително зададени програми за заваряване, които могат да бъдат установени с натискане на бутон (синергични линии); бърза смяна на процеса и други. Предварително зададените параметри се основават на вида на процеса, диаметра на електродния тел и вида защитен газ.

Новият хардуер позволява внедряването на уеб сървър, който чрез LAN връзка и Wi-Fi връзки в допълнение с USB порт, осигурява полезни функции за отдалечено обслужване, диагностика, информационна система, архивиране и възстановяване на данни и т.н., с което позволява събиране и обработка на данни.

Потребителският интерфейс може да се управлява дистанционно чрез персонален компютър, таблет и интелигентен телефон, без да е необходимо да инсталирате друг специализиран софтуер.

По-долу са описани и представени (снимките са от каталожните материали на фирмите производители на оборудването) някои възможности на предлаганото заваръчно оборудване представляващи съвременни достижения на техниката в тази област:

– Функция **HI DEPOSIT PULSE/CEBORA** – важно предимство на модела, позволяващо до 28% увеличение скоростта на телоподаване, при същите условия на работа /напрежение и ток/, което дава предимството на пулс режима – липсата на пръски и високата скорост на заваряване при режимите на работа с непрекъснато късо съединение. Прекият резултат от тази технология е увеличаване на производителността и намаляване себестойността на крайния продукт. На фиг. 1 са представени шевове, които са положени за едно и също време при конвенционален режим и с използване на функцията HI DEPOSIT PULSE. Освен по-голямата дължина на шева се наблюдава и по-равномерни геометрични размери на шева.



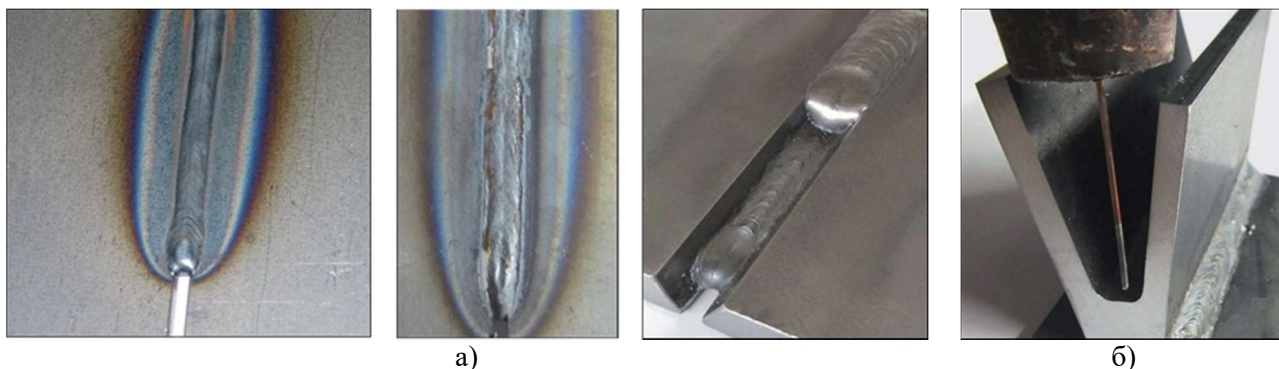
Фигура 1. Заваръчни шевове изпълнени с и без помощта на функцията HI DEPOSIT PULSE

– Функция **MIG ROOT/CEBORA** – тази опция наречена още „корен“ позволява качествено изпълнение на коренен шев при разстояние между детайлите до 5mm, поддържайки стабилност на дъгата. Постигната е и възможност за работа с дълъг електроден излаз, което е изключително удобно в случаите на заваряване във „V“ или дълбок канал (фиг. 2).

– Функция **T – LINK/CEBORA** – тази опция позволява безжична връзка между заваръчния токоизточник и предпазния шлем. Това позволява да се елиминират

закъсненията при затъмняване на стъклото на защитната маска, което гарантира максимална защита на очите на заварчика и намалява умората им.

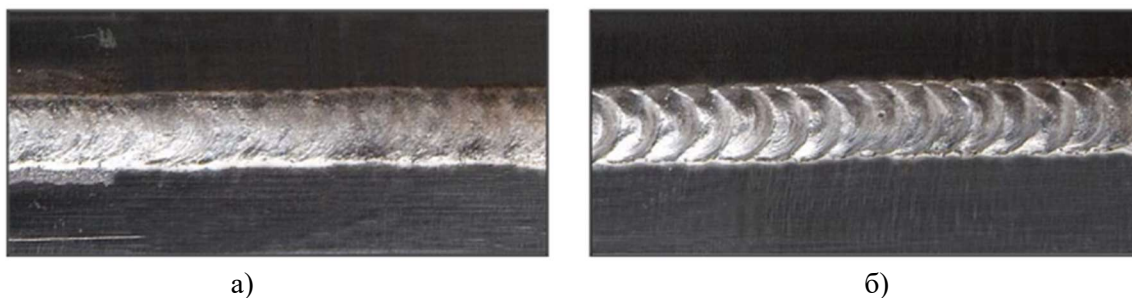
– Функция **SRS/CEBORA** – тази опция позволява значително намаляване на пръските (SRS). С нея може да се регулира вкарването на допълнителна топлина в материала (за нисковъглеродна и неръждаема стомана до 3mm дебелина).



Фигура 2. Заваръчни шевове изпълнени с помощта на функцията MIG ROOT:

- а) заваряване с голяма заваръчна междина;
- б) заваряване с голям излаз на електродния тел.

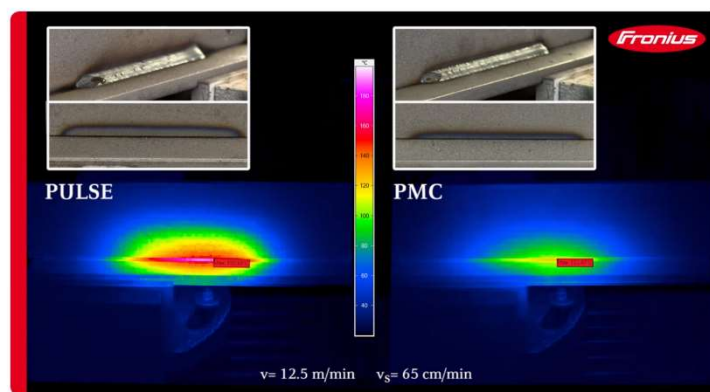
– Функция **DOUBLE LEVEL/CEBORA** – тази опция позволява програмиране за работа на две нива на заваръчния ток **DOUBLE PULSE**. Използва се основно при МИГ спояване, заваряване на алуминий и високояки стомани, като целта е ограничаване на топовлагането и съответно на деформациите. Сравнението между заваръчните шевове положени при двете нива на заваръчния ток, представено на фиг.3 показва по-слабо влияние на отделената топлина върху прилежащите зони за сметка на по-неравномерна височина на заваръчния шев. Очевидно операторът има възможност да избира съответната опция в зависимост от вида на звареното съединение, изискванията предявявани към него и използвания материал.



Фигура 3. Заваръчен шев изпълнен с помощта на функцията Double Level:

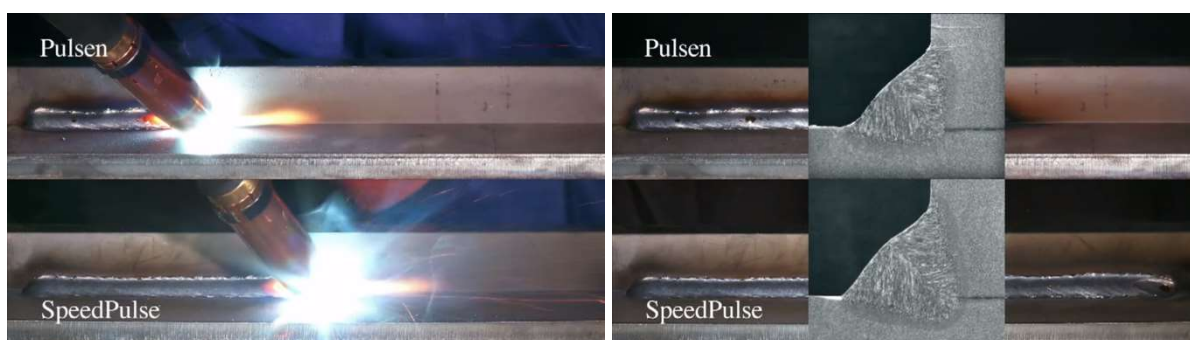
- а) заваряване с единичен пулс; б) заваряване с двоен пулс.

– Функция **PMC (PULSE MULTI CONTROL) /FRONIUS** – импулсен режим за заваряване с висока скорост на обработка и обмен на данни, който води до по – бърза скорост на заваряване, намаляване на деформациите и еднакъв провар в целия диапазон на заваръчния шев, което е илюстрирано на снимките от фиг. 4.



Фигура 4. Заваръчен шев изпълнен с помощта на функциите PULSE и PULSE MULTI CONTROL

– Функция SPEED PULSE/LORCH – специален синергичен режим, при който чрез фокусиране на дъгата се постига оптимален провар при до 48% по-висока скорост на заваряване, редуциран е и шумът [7]. Този процес обединява характеристиките на класическата къса дъга с тези на спрей дъгата. На фиг. 5 се вижда по-голямата дължина на заваръчния шев положен за едно и също време, както и по-дълбокият провар (демонстриран чрез металографски шлиф), получен при този режим в сравнение с конвенционалния (Pulsen).



Фигура 5. Заваръчен шев, изпълнен с помощта на функцията SPEED PULSE

Кратко описание на някои функции, осигуряващи висока производителност, е представено в таблица 2.

Таблица 2. Функции осигуряващи висока производителност

Търговско наименование на функцията	Предимства и приложение	Производител на оборудване
HI Deposit Pulse	Увеличава скоростта на телоподаване с до 28%, намалява пръските, висока скорост на заваряване при режимите на работа с непрекъснато късо съединение	CEBORA
Speed Pulse	До 48% по-висока скорост на заваряване. Приложим при въглеродни, ниско легирани и неръждяващи стомани. Висока степен на надеждност на процеса и интуитивно променяне на дължината на дъгата.	LORCH
SuperPulse	Съчетава предимствата на импулсното заваряване с тези на късата дъга, струйната дъга или импулс с друга честота. По този начин се балансират по най-добрият начин скоростта на заваряване, влагането на топлина, провара и коефициента на стопяване. Позволява заваряване с ниска топлинна мощност и равномерен провар [8].	ESAB
Pulse Multi Control	Позволява импулсно заваряване с ниска топлинна мощност, водещо до занижени деформации. Много малко пръски и работа с къса дъга. Осигурява постоянен провар. Концентрираната дъга дава възможност за едностранно заваряване. Подходящ за всички видове заварени съединения от алуминий, неръждаеми и обикновени стомани [9].	FRONIUS

Изводи

Понастоящем най-бурно развиващият се и най-често използван метод на заваряване в практиката е МИГ/МАГ заваряването.

Заварените конструкции са все по-сложни, като изискванията към тях са завишени, което е свързано и с развитието и на заваръчната техника.

Съвременните токоизточници са по-компактни, по-леки но същевременно с включени все повече функции, както и възможност за мултипроцесорна работа. Най-важни иновативни възможности на заваръчните апарати са:

- увеличена скоростта на телоподаване; възможност за работа с дълъг електроден излаз; безжична връзка между заваръчния токоизточник и предпазния шлем за елиминиране закъсненията при затъмняване на стъклото;
- ограничаване вкарването на допълнителна топлина в материала за намаляване на пръските;

- програмиране за работа на две нива на заваръчния ток с цел е ограничаване на топовлагането и деформациите;
- импулсен режим за заваряване с висока скорост на обработка и обмен на данни, който води до увеличаване скоростта на заваряване, намаляване на деформациите и еднакъв провар в заваръчния шев;
- синергични режими с цел фокусиране на дъгата и постигане на оптимален провар при по-висока скорост на заваряване.

Високопроизводителното импулсно заваряване при различните модели оборудване за МИГ/МАГ заваряване, осигурява увеличена производителност, ограничава количеството внесена енергия, значително намалява пръскоотделянето, ограничава заваръчните деформации и като цяло намалява себестойността на крайния продукт.

Статията отразява резултати от работата по проект № 2019 – МТФ – 1, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

Литература

1. URL: <http://www.aws.org> (Accessed on 23.04.2019).
2. Boiko, I., Avisans, D., 2013, Study of Shielding Gases for Mag Welding, Materials Physics and Mechanics 16, p 126-134.
3. Zhelev, A., 2008. Materials Science and Technology, Volume 2: Technological processes and workability. Sofia ISBN 954-18-0297-4, p 430. (*Оригинално заглавие*: Желев А., Материалознание – техника и технология, Том 2: Технологични процеси и обработваемост – София, 2002 – 430с.).
4. Terzi, M., 2018, SEBORA S.p.A. Welding machines catalogue, Bologna
5. Goecke, Sven-F., Lundin M., Hedegård J., Kaufmann H., 2001, Tandem MIG/MAG Welding.
6. Zatezalo, R., Kondrat, R., 2018, A primer for pulsed welding Cost-effective, portable, high-deposition joining of thick materials made possible, The Welder.
7. Redazione, 2016, Milano, Metalworking World Magazine. New Products form Lorch.
8. <https://www.esab.bg/bg/bg/automation/process-solutions/gmaw/superpulse.cfm> (Accessed on 24.04.2019)
9. Zatezalo, R., 2016, New inverter uses high-speed communication to create an intelligent arc that responds quickly to variables in application, Shifting Limits.