



Innovative Modular System with CNC for Automation of Welding Processes

Plamen TASHEV¹, Manahil TONGOV², Asen TASEV³

¹ Institute of Metal Science, Equipment and Technologies with Hydro- and Aerodynamics Centre “Acad. A. Balevski” – BAS, Sofia, Bulgaria; e-mail: ptashev@ims.bas.bg

² TU-Sofia, Sofia, Bulgaria; e-mail: tongov@tu-sofa.bg

³ Institute of Welding AD; Sofia, Bulgaria; e-mail: iza_ad@abv.bg

Abstract

Innovative modular system with CNC is developed. The main parameters of the system, the implementation options, and the capabilities for control based on an industrial programmable controller are presented. The modular system allows for arc welding using a wide range of methods, e.g. GMA welding, TIG welding, Plasma welding, HLA welding. The system has a wide range of capabilities and can be used for welding and surfacing in fabrication of welded constructions, in preventive and repair surfacing, research purposes, weldability tests of new materials, comparison of welding methods and accumulation of technological data base, and in development of new technologies.

Keywords: automation, welding, modular system, CNC

Иновативна модулна система с програмно управление за автоматизация на заваръчни процеси

Пламен ТАШЕВ, Манахил ТОНГОВ, Асен ТАСЕВ

1. Увод

Производството на заварени конструкции от малки и средни фирми се сблъсква с високата цена на заваръчните работи и специализирани заваръчни машини. В същото време използването на ръчно електродъгово или полумеханизирано заваряване води до понижаване на конкурентоспособността на тези фирми в резултат на по-ниската производителност от една страна и необходимостта от по-високо квалифицирани заварчици от друга. Наред с това работата на оператора на заваръчна техника е по-привлекателна от тази на заварчика и свързана с по-малки натоварвания. Това създава добри предпоставки за използването на средства за механизация на процесите, базирани на по-прости и по-евтини конструктивно – технологични решения [Error! Reference source not found.]=[Error! Reference source not found.]. Един от вариантите в тази насока е използването на модулни средства за механизация и автоматизация, окомплектовани с микропроцесорни системи за управление. Механичните модули за електродъгово заваряване могат да бъдат пасивни и активни, като последните позволяват реализиране на движението на заваръчната дъга по отношение на обработваните детайли при заваряване или наваряване. Използването на контролери, базирани на микроконтролери или процесори, позволява реализирането на гъвкави решения, съобразени с потребностите на потребителя и предлагащи удобен интерфейс за задаване на плана на заваряване и параметрите на режима, предвидени в заваръчната процедура.

Огромна част от заваряваните в практиката съединения се реализират с праволинейни и/или кръгови шевове. Това се отнася и до случаите на наваряване върху равнинни или цилиндрични повърхнини. Описаната система е ориентирана към решаването на такива производствени задачи.

2. Основни параметри на технологичните процеси

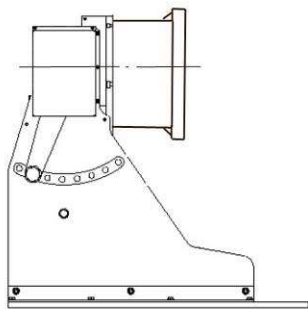
Основните параметри на технологичните процеси за електродъгово заваряване са големината на тока, напрежението на дъгата, скоростта на заваряване, времената за продухване и обдухване със защитен газ и евентуално режими за стартиране на процеса и заваряване на кратера. Заваръчните шевове могат да бъдат прекъснати или непрекъснати, а движението по линията на шева може да започва веднага или със закъснение по отношение на запалването на дъгата. Заваряването на кратера обикновено се реализира със спиране на движението на дъгата по отношение на изделието. Параметрите свързани с режима заваряване (големина на тока, напрежение на дъгата и времената на продухване и обдухване) се задават от заваръчният токоизточник. Командите към токоизточника за стартиране и спиране на заваръчния процес се задават от системата за управление. Скоростта на заваряване и движението по линията на шева се програмира от контролера за управление и се реализира от механичната част на модулната система. В Табл. 1 са дадени минималните и максимални скорости на заваряване за основните електродъгови методи.

Таблица 1. Минимални и максимални скорости на заваряване за основните електродъгови методи

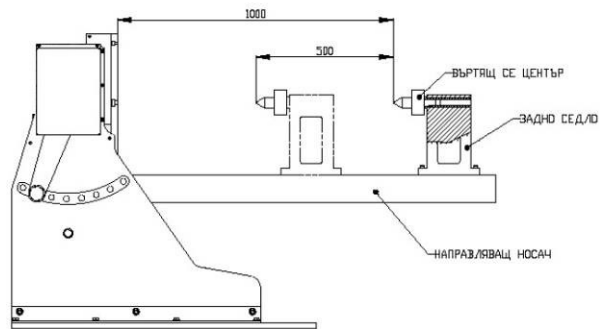
Метод на заваряване	Скорост на заваряване, [m/h]	
	Минимална	Максимална
МИГ/МАГ	15	70
Плазмено заваряване	4.5	70
Подфлюсово заваряване	5	105
ВИГ	7	60
РЕДЗ*	8	27

3. Компановъчна схема

Заваръчният ротатор може да бъде използван като едностойков с възможност за накланяне (плавно чрез самозадържане или чрез фиксиране на мястото през максимум 90°) (фиг.1) или двустойков с хоризонтална ос на въртене (Фиг. 2). Товароносимостта на ротатора е 100[kg]. Оборотите на планшайбата се регулират плавно в диапазона от 0.1 до 6.0 [об/мин.]. Диаметърът на въртящата се заваръчна маса е 400 [mm]. Захващането на детайла може да се извърши по два начина: чрез закрепване с болтове в Т-образните канали или посредством закрепен неподвижно към масата универсален 3 или 4 челюстен патронник, типоразмер 160. При реализацията на двустойков ротатор се използва направляващ носач с монтирано върху него задно седло с въртящ център. Конструкцията позволява захващане на детайли с дължина до 1000 mm. Задното седло се движи в направляващите канали на носача и се застопорява чрез болтове с „Т” образни гайки към него. В задното седло е монтиран стандартен въртящ център с опашка МКЗ. Токоподвеждането е реализирано чрез от меден диск и четки, оразмерени за токово натоварване ≤ 500 [A] [Error! Reference source not found.]. Разработена е методика и е проведено изпитване на основните параметри на заваръчен ротатор с цифрово-програмно управление [Error! Reference source not found.].



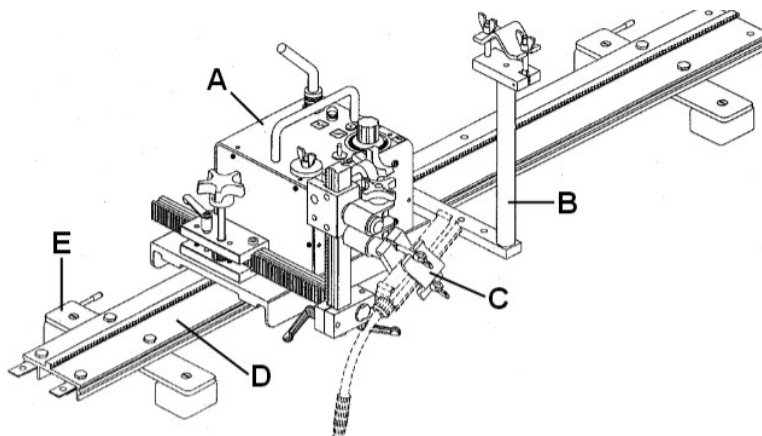
Фиг. 1. Едностойков заваръчен ротатор с възможност за накланяне



Фиг. 2. Двустойков заваръчен ротатор с хоризонтална ос на въртене

Линейният модул е предназначен за механизирано и автоматизирано заваряване и наваряване на праволинейни непрекъснати и прекъснати шевове посредством движение на заваръчния инструмент (заваръчната горелка).

Основните параметри на линейния модул са: ход – 1200 [mm]; работен ход – 1100[mm]; товароносимост – 20 [kg]; диапазон на регулиране на скоростта – 3÷180 [m/h]. Примерна конструкция на линейния модул е показана на Фиг. 3.



Фиг. 3. Примерна конструкция на линейния модул [Error! Reference source not found.], основни елементи:

A – подвижна количка; B – държач на шланга; C – носач на работния инструмент (заваръчна горелка); D – направляваща; E – система за закрепване на линейния модул.

Управлението на модула е микропроцесорно със следните функции:

- пуск на заваръчната горелка;
- пуск на задвижването (с работен или бърз ход);
- старт/стоп на заваряването, бърз ход, стоп/старт на заваряването и така по заложена схема;
- безстепенно регулиране на скоростта на заваряване, процентна промяна;
- избор на посока на движение на заваръчната горелка;
- възможност за обръщане посоката на движение на горелката;
- възможност за влизане в ръчен режим;
- аварийен стоп.

4. Вариант на реализация

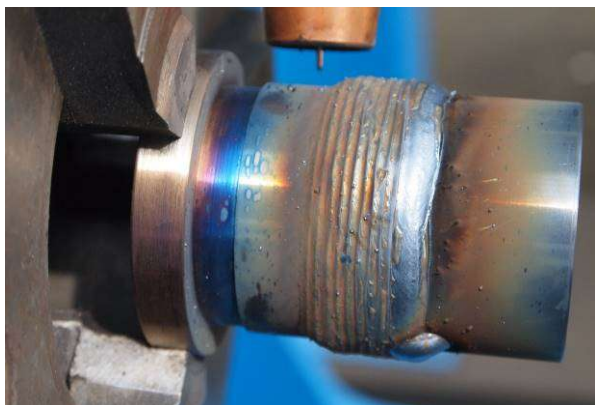
Вариант на реализация на работно място с използването на посочените модули е показан на Фиг. 4, като основните елементи са посочени на Фиг. 5. На Фиг. 6 е показан детайл след процес на наваряване, а на Фиг.7 е показана възможността за възстановяване на износени детайли с използване на предлаганата модулна система.



Фиг. 4. Реализация на работно място



Фиг. 5. Основни елементи



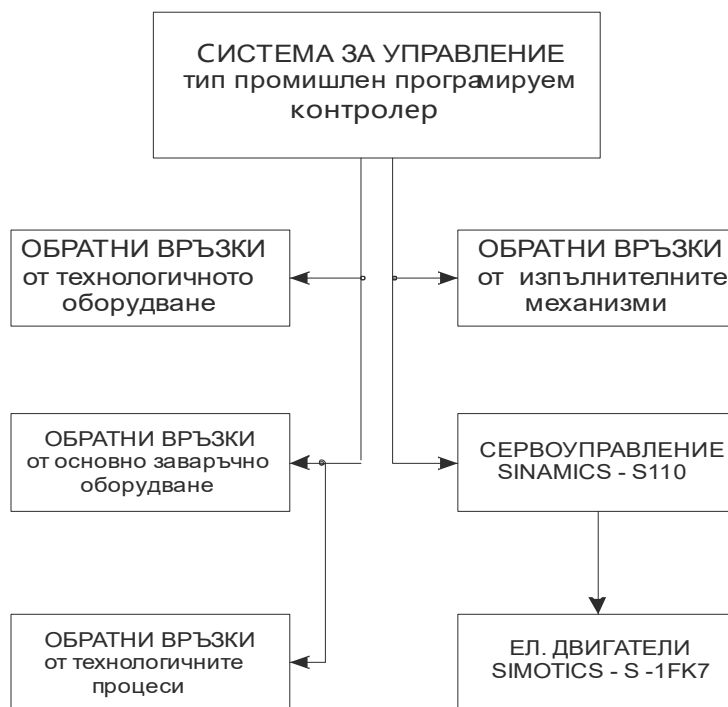
Фиг. 6. Детайл след процес на наваряване



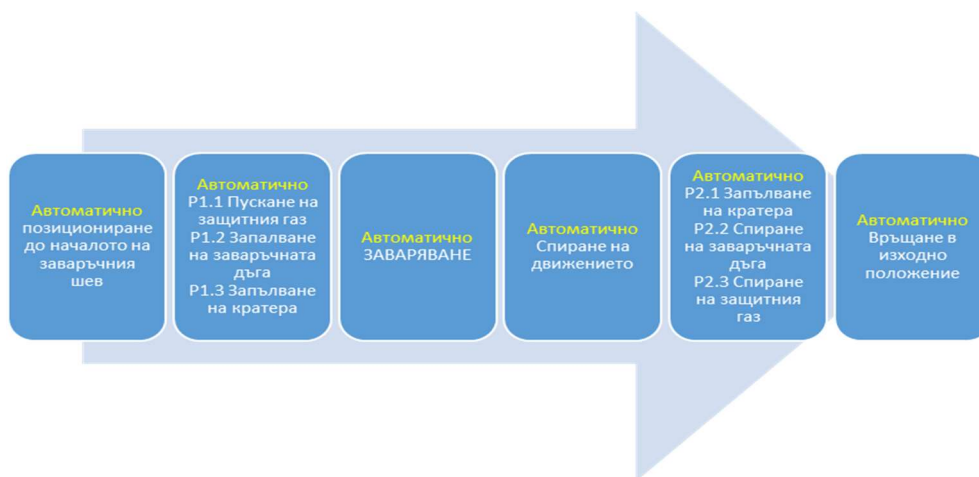
Фиг. 7. Възстановяване на износени детайли
чрез предлаганата система

5. Възможности на управлението

Системата за управление е базирана на промишления програмируем контролер – PLC- Sinamics – 1200 на Сименс или аналогични контролери на Мицубиши. Задвижването на модулите ще се осъществява с помощта на високо моментни безчеткови електромотори комплект със сервоуправление – SIMOTICS S-1FK7 motors и SINAMICS S110 converter на Сименс. Блок-схемата на управлението е показана на фиг. 8. На фиг.9 е показана примерна циклограма за изпълнение на непрекъснат шев.



Фиг. 8. Блок-схема на управлението



Фиг. 9. Примерна циклограма за изпълнение на непрекъснат шев

6. Технологични изпитвания на системата за заваряване и наваряване чрез използване на типови програми за основните случаи на заваряване и наваряване

Проведени са технологични изпитвания на системата чрез използване на типови програми за основните случаи на заваряване и наваряване [Error! Reference source not found.].

Програма 1. Линейният модул изпълнява основното (работно) движение – заварява надлъжни шевове в долно положение а ротационния модул служи за позициониране на детайла – завъртане до следващия заваръчен шев.

Пример: Заваряване на греда съставена от два П-образни профила. Заваряване на гредата с прекъснат и непрекъснат шев.

Програма 2. Ротационният модул изпълнява основното (работно) движение, а линейния модул служи за позициониране на заваръчната горелка.



Фиг. 10. Заваряване с непрекъснат шев на греда съставена от два П-образни профила.

Пример: Заваряване на две тапи към тръба, съответно от двата края на тръбата. Заваряването може да се изпълнява с прекъснат и непрекъснат шев.



Фиг.11. Заваряване на кръгов непрекъснат и прекъснат шев – две тапи към тръба.

Програма 3. Двата модула – линейния модул и ротационния изпълняват работно движение едновременно.

Пример: Наваряване по спирала на шийка на вал. (Фиг.6)

Програма 4. Ръчно заваряване/наваряване с един от двата модула и съответно ръчно позициониране с другия модул.

Пример: Заваряване на греда съставена от два П-образни профила. Заваряване на гредата с прекъснат и непрекъснат шев. Заваряване на две тапи към тръба, съответно от двата края на тръбата. Заваряването може да се изпълнява с прекъснат и непрекъснат шев.

7. Възможности и област на приложение на иновативната система за автоматизация на процеси в областта на заваряването и наваряването

Модулната система може има широки възможности и може да се използва за заваряване и наваряване при производството на заварени конструкции, за превантивно и ремонтно наваряване, в областта на научните изследвания, при изпитване на заваряемостта на нови материали, сравнение на методи на заваряване и натрупване на технологична база данни, при разработване на нови технологии.

Системата за управление на Заваръчния комплекс дава дава възможност за електродъгово заваряване с широк спектър на използваните методи, както следва:

- Заваряване в защитно газова среда с топящ се електрод.
- Електродъгово заваряване в инертен газ с нетопящ се електрод.
- Плазмено заваряване;
- Лазерно-хибридно заваряване.

Системата за управление осигурява следните основни схеми на заваряване (наваряване):

- Схема на заваряване/наваряване, при която линейния модул изпълнява основното (работно) движение, а ротационния модул служи за позициониране на детайла.
- Схема на заваряване/наваряване, при която ротационния модул изпълнява основното (работно) движение, а линейния модул служи за позициониране на заваръчната горелка.
- Схема на заваряване/наваряване, при която и линейния модул, и ротационния модул изпълняват работно и позициониращо движение.
- Ръчен режим на заваряване/наваряване.

Това показва, че заваръчната система е изключително мобилна и дава възможност да се заваряват различни видове детайли при много малко допълнителни промени в конфигурацията ѝ. Това е полезно за потребителите, които заваряват/наваряват малки серии разнородни по конфигурация съединения.

При проведените предварителни изпитвания на системата на заварените съединения е проведен визуален контрол. Не са установени заваръчни несъвършенства, получени вследствие на работата на заваръчните модули. Наварените детайли са изпълнени със зададеното презастъпване и необходимата последваща механична обработка е минимална.

Предимства на модулната система:

- Относително ниска себестойност;
- Непретенциозност към типа на технологичното заваръчно оборудване;
- Простота при обслужването – софтуера е потребителски ориентиран и не се изискват специална квалификация, различна от тази на заваръчния координатор;
- Възможност за надграждане на системата и повишаване на степента на автоматизация на технологичните процеси.

Изграждането на система в конкретно предприятие може да започне със закупуването само на един модул – за механизирани и автоматизация на най-често повтарящите се заваръчни операции и постепенно съобразно производствените нужди, да се премине към надграждане на системата. При това във всеки един момент, съобразно новосъздадената производствена ситуация от асемблирания комплекс може да бъде изтеглен даден модул за спешна краткотрайна експлоатация, свързана с належащи нужди.

Благодарности

Разработката е финансирана по проект Ид. № 6ИФ-02-3/25.07.2014г. финансиран от Изпълнителната агенция за средните и малките предприятия чрез Националния иновационен фонд.

Литература:

1. П. Ташев, М. Тонгов, Е. Василева, Проблеми при изграждане на роботизирани линии на базата на специализирани заваръчни машини, "Младежки принос в обновяването на машиностроителното производство", Елените, 1988
2. М. Тонгов, П. Ташев, Е. Василева, Роботизирана линия за заваряване на ротационни детайли, Доклади на републикански симпозиум на тема "Авангардни технологии в машиностроенето" Златни пясъци 08-10 май 1985.
3. П. Ташев, Н. Кръстев, Е. Василева, М. Тонгов, Двупозиционен заваръчен автомат за вграждане в роботизиран заваръчен комплекс за ротационни детайли, Трета международна научна школа симпозиум "Научно-технически прогрес – за високо качество в машиностроенето", Дружба, Варна 05-07 юни 1986.
4. А. Желев, М. Тонгов, Ст. Станев, А. Бабева, Технологични проблеми при внедряване на роботизирани заваръчни комплекси в машиностроенето, Трета международна научна школа – симпозиум "Научно-технически прогрес – за високо качество в машиностроенето", Дружба, Варна 05-07 юни 1986.
5. Г. Петкова П. Ташев, Е. Ташева „Определяне на основните параметри при проектиране на модул за автоматизирано заваряване на ротационни детайли“, ISSN 1313-8308, Сборник Доклади, стр. 75-79 Пета национална конференция с международно участие „Металознание, хидро- и аеродинамика, национална сигурност '2014“, 22 – 23 октомври 2015 г., София
6. Петкова Г., Ташев П., Разработване на методика и изпитване на основните параметри на заваръчен ротатор с цифрово-програмно управление, Научни Известия на НТСМ, “Дни на безразрушителния контрол 2016“, бр.1 (187), XXIV Международна конференция “Дефектоскопия`16”, България, Созопол, 06-10 юни 2016, стр. 110-113, ISSN 1310-3946.
7. DC General Welding Kit <https://www.bugo.com/products/item/17-dc-general-welding-kit>
8. Петкова Г., Ташев П., Лукарски Я., Функционално изпитване на управление на автоматизирана система за заваряване, Сборник Доклади, Шеста национална конференция с международно участие „Металознание, хидро- и аеродинамика, национална сигурност '2017“, 29 – 30 май 2017 г., София, стр. 46-50, ISSN 1313-8308.