

ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИЕТО НА ЗАВАРЪЧНАТА ТЕХНОЛОГИЯ

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF WELDING TECHNOLOGY

чл. кор. ст.н.с. I-ва ст. д.т.н. Христов С. Х.
Институт по металознание „Академик Ангел Балеvски
на Българската академия на науките – София, България
e-mail: s.christov@ims.bas.bg

Резюме: Разгледани са главните фактори, които биха повлияли върху бъдещето развитие на заваръчната технология. На тази основа е направена прогноза за тенденциите в развитието на заваръчната технология у нас и в технологично напредналите страни.

Abstract: This paper makes an overview of the key factors that could influence the future development of welding technology. On this basis, a prediction is made on the future trends in the development of welding technology in Bulgaria and in the technologically advanced countries.

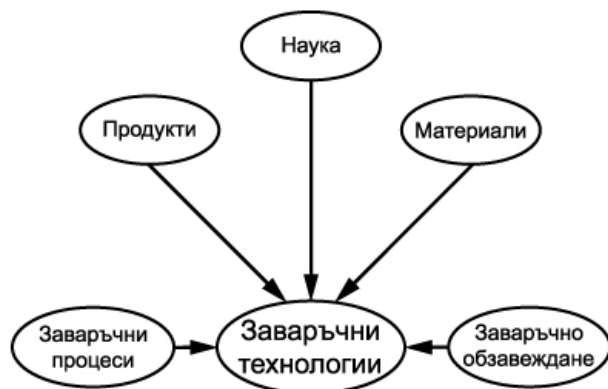
Увод

За да се отговори на въпроса за бъдещото развитие на заваръчните технологии преди всичко трябва първо да се отговори на въпроса за развитието на технологиите за добиване и преработване на материалите. Те се базират на откритията на естествените науки – науките за материалите или за неживата материя (физика, химия и други науки) и науките за живата материя (биология, медицина и други).

1. Фактори, влияещи върху развитието на заваръчните технологии

Върху развитието на заваръчните технологии ще оказва съществено влияние създаването на нови материали, развитието на нови процеси за формоизменение и т.н.

Развитието на заваръчните технологии се определя от редица различни фактори (фиг.1)



Фиг.1. Фактори, влияещи върху развитието на заваръчните технологии

1.1. Развитие на науката

Колко е важна ролята на науката за развитието на заваръчните технологии става ясно от следния пример. Естествената енергетична технология стартира преди 13,7 милиона години с появата на електромагнитната радиация. Естествените науки откриват този феномен някъде в началото на 19-ти век. Необходимият научен фундамент и създаването на необходимото технологично обзавеждане се развиват до 1958 г., когато става възможно приложението на ЛАЗЕРА [1].

Развитието на науката, обаче, не е самостоятелен, изолиран процес. Той е резултат от цялостното развитие на

обществото. Затова на този етап от развитието на човечеството не може да се очаква революционно развитие на науката. Много по-вероятно е то да бъде иновационно. Специално условията в Република България не дават основание да се очаква интензивно развитие на националната наука.

1.2. Развитие на технологиите

Най-общо технологиите могат да бъдат разделени на две големи групи: технологии на материалите, заготовките и елементите на заварените конструкции (технологии на неживата материя) и технологии на живата материя.

Целта на технологиите на неживата материя е да се създадат продукти и в частност елементи за заварените конструкции с необходимата форма и свойства. Въпросът тук е доколко в настоящия момент е възможно да се предскаже развитието на материалните технологии. Отговорът до голяма степен е положителен, като се изхожда от досегашното състояние и развитие на материалните технологии, от бъдещето на това развитие и от систематичен анализ. С висока степен на сигурност може да се направи следният извод. Материалните технологии ще се развиват главно на базата на микротехнологиите и нанотехнологиите.

Очертава се също така интензивно навлизане на технологиите за заваряване на живата материя. Ние сме на прага на приложението на технологии за заваряване на живи тъкани. Основание за този извод дава проведената през 2006 г. в София конференция за заваряване на живи тъкани. Освен докладите, изнесени от водещи учени от Института „Патон” в Киев, Украйна, бяха направени на живо демонстрации на оригинални и новаторски технологии и апаратури за заваряване на живи тъкани.

1.3. Развитие на материалите

В техническите материални системи атомът е най-ниското ниво на материята. Но атомът се състои от електрони, позитрони, неутрони. В бъдеще се очаква революционно развитие на материалите. Перспективите са, че те ще произвеждат не само на микрониво, нанониво, но и на ниво p-1, т.е. на субатомно ниво. Въпреки това в обозримото близко бъдеще все още ще се използват главно традиционните сегашни материали. Този извод важи особено за Република България.

1.4. Развитие на продуктите

Продуктите още дълго време ще продължат да бъдат в макрогеометрични размери, т. е. ще се използват главно съществуващите технологии за производство на продуктите. Трябва, обаче, да се отбележи, че сегашните технологии са свързани с голям разход на енергия и суровини. Това ще

провокира в бъдеще производството на продукти на микрониво и нанониво, на композитни материали и продукти, използвайки въглеродни нишки, силиконови частици нанолепила и т.н. Естествено производството на такива продукти ще бъде възможно с приложението на нови технологии, които може да наречем микротехнологии и нанотехнологии. Трудно е да се предскаже до каква степен ще бъдат повлияни заваръчните технологии. По вероятно е да се усъвършенстват заваръчните апаратури като се намали разходът на материали за тяхното производство и като станат по-ефективни, т.е. като се намали консумацията на енергия и се подобри тяхното к.п.д.

Развитието на продуктите, обаче, няма да става по революционен път, а чрез иновации.

1.5. Развитие на заваръчното обзавеждане

Този аспект ще бъде предмет на отделен анализ. Тук ще бъде обърнато внимание само на развитието на средствата за механизация, автоматизация и роботизация на заваръчните процеси, което е особено актуално за заваръчното производство у нас.

Предимствата на механизаното и особено на напълно автоматизираното или роботизираното заваряване са известни, а именно:

- Увеличаване на производителността чрез повишаване на скоростта на заваряване и количеството на наварения метал.

- Контрол на параметрите на заваръчния режим. В резултат се постига постоянно, стабилно качество и равномерност и повторяемост в размерите на отделните слоеве и като цяло на заваръчните шевове. Контролът на параметрите на заваръчния режим позволява и контрол върху линейната енергия на заваряване, което означава, че ще се получават заварени съединения с определени свойства и, че девиацията на тези свойства ще бъде минимална. Това е важно при заваряване на материали, чувствителни към линейната енергия на заваряване като например високояките стомани, дребнозърнестите термомеханично обработени стомани и т.н.

- Добро използване на допълнителните материали, като се избягват загубите от непълно изразходвани електроди при ръчното електродъгово заваряване или неизползвани парчета от електродни телове при полумеханизираното заваряване в среда от защитен газ.

- Възможност за оптимизиране на пренасянето на електродния метал в заваръчната дъга, избягване на образуването на пръски с което отпадат трудоемките операции по почистването им.

- Намаляване на количеството на разтворения водород в метала на шева, особено в сравнение с ръчното електродъгово заваряване с целулозни или рутилови електроди.

- Могат да се посочат и други предимства, зависещи от конкретното изделие за заваряване.

Недостатъците, които спъват приложението на механизаното и особено на напълно автоматизираното или роботизираното заваряване най-често са следните: Високата стойност на обзавеждането, особено при комплексна механизация, автоматизация и роботизация.

- Проблемът със защитата на заваръчната дъга и заваръчната вана при заваряване на открито;

- Сравнително големите разходи по поддържането на техниката;

- Необходимостта от добра логистика;
- Относително малката гъвкавост и транспортабилност.

От друга страна микротехнологиите и нанотехнологиите ще дадат възможност за създаване на по-съвършени автоматизирани и роботизирани системи с по-добро управление, по-малка маса и по-голяма гъвкавост и транспортабилност.

Посочените недостатъци засега оказват негативно въздействие механизане, автоматизиране и роботизиране на заваръчното производство в Република България. Очаква се, обаче, драстични изменения в ситуацията по следните причини:

- Известно е, че в световен мащаб и специално за Република България се наблюдава остър дефицит на изпълнителски заваръчни кадри. Прогнозата е, че този проблем няма да бъде скоро преодолян.

- Непрекъснато расте цената на труда на изпълнителския заваръчен персонал.

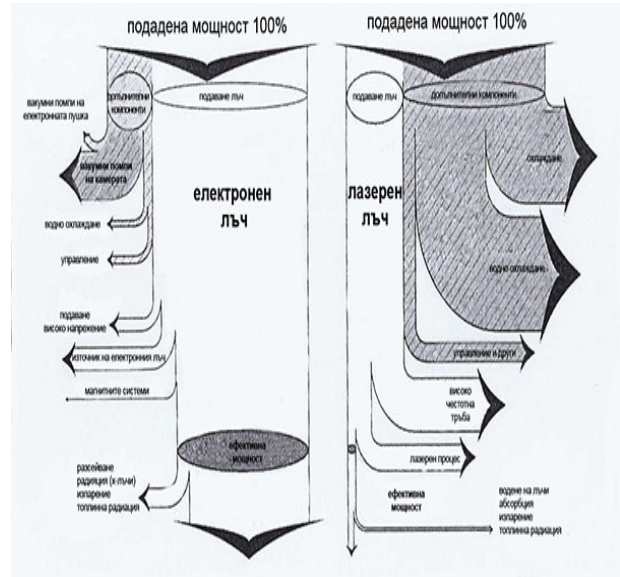
Прогнозата е, че именно тези процеси ще стимулират в бъдеще развитието и приложението на механизаните, автоматизираните и роботизираните заваръчни процеси.

1.6. Приложението на заваръчни процеси с висока концентрация на енергията

Тук става въпрос за приложението на лазерното и електронно-лъчевото заваряване. Докато в индустриално развитите страни тези процеси широко са навлезли в заваръчното производство, то в Република България има само епизодично действащи единични лабораторни инсталации за лазерното и електронно-лъчевото заваряване. Първият въпрос, на който трябва да се отговори, е кой процес, а следователно и коя технология е по-перспективна. Ако се изходи от ефективното използване на енергията (фиг.2), то предимството безспорно е на страната на електронно-лъчевото заваряване. При него ефективното използване на енергията (к.п.д.) е многократно по-голяма в сравнение с лазерното заваряване.

Но ако проследим историята на електронно-лъчевото заваряване картината се променя.

Голямото предимство на електронно-лъчевото заваряване е изключително дълбокото проваряване, което позволява на един преход да се заварят части с голяма дебелина, малка зона на термично влияние и нищожни остатъчни деформации. Това са главните причини за неговото широко приложение във втората половина на миналия век.

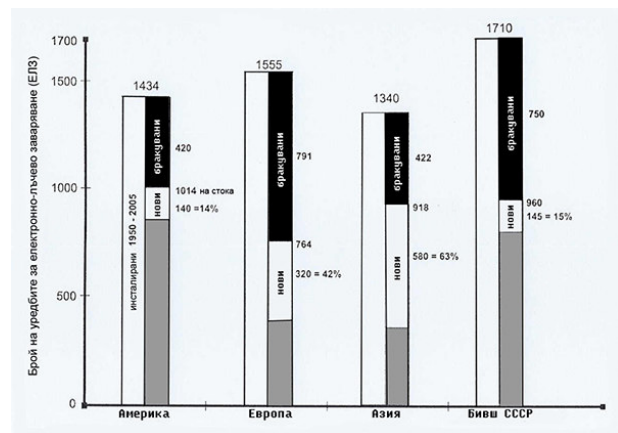


Фиг.2. Разходи на енергия при електронно-лъчево заваряване и лазерно заваряване [2]

Първите 100 уредби са построени от Karl Zeiss в периода от 1958 до 1965. Следва бумът на електронно-лъчевото заваряване в САЩ. От 1965 до 1970 г. Hamilton Standart и Sciaky произвеждат общо 700 уредби за този заваръчен процес. 30 години по-късно (1998-2005 г.) пикът на електронно

лъчевото заваряване е в Азия. Инсталирани са около 700 уредби. В Европа използването на електронно-лъчевото заваряване е по-скромно. Построени са около 60 уредби в периода 1980-2005 г., част от които са изнесени извън Европа. Най-широко и стабилно е приложението на електронно лъчевото заваряване в бившия Съветски Съюз, където са произведени и инсталирани към 2000 уредби.

В настоящия момент, обаче, се наблюдава чувствително намаляване на интереса към електронно лъчевото заваряване (фиг.3). Причините са политически и икономически. Краят на студената война, ограничаването на атомното въоръжение и разширяването на международното коопериране в областта на космонавтиката понижи нуждата от уредби за електронно-лъчево заваряване.



Фиг.3. Брой на произведените уредби за електронно-лъчево заваряване през периода 1950-2005 г.: XX- нови уредби, -- бракувани уредби (за нови се приемат уредбите, произведени след 1990 г.) [2]

От друга страна след края на 90-те години на миналия век започна забележително навлизане на лазерното заваряване в индустрията на развитите страни, което конкурира електронно лъчевото заваряване и ограничава приложението му.

Предимствата на лазерното заваряване в сравнение с електронно лъчевото заваряване могат да се обобщят в следното:

- Лазерният лъч лесно може да бъде отведен до технологичните приспособления, разположени на различни места в заваръчния цех;
- Не са необходими сложни вакуумни камери;
- Процесът е удобен за автоматизиране и роботизиране;
- Заваръчният цикъл е значително по-къс защото не се налага вакуумиране и девакуумиране на заваръчната камера;
- Висока производителност;
- Няма ограничение за размерите на заваряваните продукти както при електронно лъчевото заваряване, където те са наложени от обема и размерите на заваръчната камера.

Когато се прави технико-икономически анализ за сравнение между лазерното заваряване и електронно лъчевото заваряване трябва да се има предвид, че от голямо значение е цената на електрическата енергия. Например в САЩ цената на тока е ниска и затова предимството на големия к.п.д. на електронно лъчевото заваряване до голяма степен се губи. За сметка на електронно лъчевото заваряване в САЩ мащабно се прилага лазерното заваряване. В Япония електрическата енергия е 3 пъти по-скъпа от тази в САЩ и в редица случаи

електронно лъчевото заваряване се оказва по-ефективно от лазерното заваряване.

Напоследък се развива т.н. хибридно лазерно заваряване [3], при което се съчетават предимствата на два различни заваръчни процеса: лазерното заваряване с неговата висока производителност и МАГ-заваряването с неговата възможност за регулиране на дълбочината на проваряване, както и на свойствата на заваръчния шев.

В заключение може да се направи изводът, че в бъдеще е рационално тенденцията за приложение на заваръчни процеси с висока концентрация на енергия в заваръчното производство в Република България да бъде ориентирана предимно към приложение на лазерното заваряване.

Заклучение:

1. Перспективите са, че техническите материални системи ще произвеждат не само на микроново, нанониво, но и на ниво n-1, т.е. на субатомно ниво. Въпреки това в обозримото близко бъдеще все още ще се използват главно традиционните сегашни материали. Този извод важи особено за националната ни промишленост и в частност за заваръчното производство.

2. Продуктите още дълго време ще продължат да бъдат в макрогеометрични размери, т. е. ще се използват главно съществуващите технологии за производство на продукти.

3. Материалните технологии по принцип ще се развиват главно на базата на микротехнологиите и нанотехнологиите. В развитието на заваръчните технологии, обаче, няма да настъпи революционно изменение. Те ще се развиват иновационно, като се очаква разширяване на приложението на механизирани, автоматизирани и роботизирани заваръчни системи специално в националното ни заваръчно производство. Роботизацията е вероятно да се развива на базата на специализирани роботи поради икономически съображения.

4. В заваръчното производство на Република България ще започне, макар и в много ограничен мащаб, навлизането на заваръчни технологии, използващи висококонцентрирани енергийни източници, като предимство ще имат лазерните технологии.

Литература

1. Čatlić, Igor, Rujnić-Sokele, Maja, "From the Beginning of Natural Technology – from Energy to Laser and Further Development of Human Technology of Living and Non-Living", Proceedings of the IIW International Conference "Welding & Materials – Technological, Economic and Ecological Aspects", IIW 60-th Annual Assembly and International Conference, 01-08 July, Dubrovnik & Cavtat, Croatia.

2. Dietrich Dobeneck, "Those Who Best will Rust! The Development of Technology and Market for Electron Beam Welding is Being by Economic Pressure", Proceedings of the IIW International Conference "Welding & Materials – Technological, Economic and Ecological Aspects", IIW 60-th Annual Assembly and International Conference, 01-08 July, Dubrovnik & Cavtat, Croatia.

3. Van Haver, Wim, Verwimp, Jo, Criel, Debby, Dhooge, Alfred, "Hybrid Laser Welding of DP600 Dual Phase Steel: Microstructural and Mechanical Properties and Joint Preparation", Proceedings of the IIW International Conference "Welding & Materials – Technological, Economic and Ecological Aspects", IIW 60-th Annual Assembly and International Conference, 01-08 July, Dubrovnik & Cavtat, Croatia.