

Тенденции за развитие на наваряването в 21 век

Митко Николов

Trends in the development of weld overlaying during the 21st century: The present article discusses the trends in the development of welding and weld overlaying on the threshold of the new Millennium and during it. It presents the trends in the production of welding materials for welding and weld overlaying in the industrially developed and developing countries. The structure of welding methods is also shown giving priority to its development until 2020.

Key words: welding, arc welding, gas shielded arc welding, submerged arc welding.

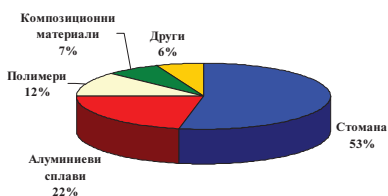
ВЪВЕДЕНИЕ

На границата на 20 и 21 век заваряването и наваряването остават водещи технологически процеси в световната икономика. Те се използват в много отрасли енергетика, машиностроене, корабостроене, мостостроене, автомобилна индустрия, транспорт, селско стопанство, нефтения отрасъл и даже в космоса. Заваряването е метод за свързване практически на всякакви материали като метали, неметални съединения, съставни и неорганически материали. За това от качеството и конкурентноспособността на заваръчното производство зависи ефективността на икономиката на всяка страна.

Целта на настоящата работа е установяване на тенденциите в развитието на заваряването и наваряването в началото на новото хилядолетие.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В началото на третото хилядолетие заваряването и наваряването са едни от основните технологически процеси за създаването на материалната основа на съвременната цивилизация. Перспективите за тяхното развитие са пряко свързани с производството на конструкционни и заваръчни материали. Независимо от непрекъснатото увеличаване на използването в заварените конструкции на леките сплави, полимерите и композиционни материали, основен конструкционен материал в световен мащаб си остава стоманата (фиг.1) [9].



Фиг.1. Материали използвани за заварени конструкции

4...6 % от общото производство. Известно е, че до 70% от световното производство на стомана се използва за изработването на заварени изделия, конструкции и съоръжения. В много случаи заваряването е единствено възможния или най-ефективен начин за създаване на неразглобяеми съединения и ресурсо запазващи конструкции доближаващи се до оптималната форма. В бъдеще използването на високо яките стомани в заварените конструкции все повече ще нараства. Ще се увеличава използването на алуминиевите сплави, високо легираните стомани, а също сплавите съдържащи ефективни модификатори (скандий и цирконий) подобряващи заваря-

в началото на 21 век са Китай, Япония, САЩ, Германия и Русия. През 2004 г. световното производство на стомана надхвърля 1 милиард т., като се предвижда то да достигне 1,8 милиарда т. през следващите години, 31 % от това производство се пада на Китай. Световните прогнози са за стабилен ръст в потреблението на стомана от 40 мил. т. годишно, което съставлява

мостта и механическите свойства на заваръчните съединения. Разработват се титанови сплави с добра заваряемост, висока якост и корозионна устойчивост.

В началото на 21 век световното производство на заваръчно оборудване и материали възлиза на 40 милиарда долара, като 70 % от приходите са от заваръчни материали, а 30 % от оборудване [1]. Според специалистите от Германската асоциация по заваряване DVS, производството на електродни материали и оборудване през 2004 г. в Германия е възлизало на 3,6 милиарда евра. Това представлява една трета от производството в ЕС, което е в обем от 11 милиарда евра. Световното производство в това време е било 3 пъти по-голямо в обем около 33 милиарда евра [2].

Съществува устойчива връзка между обема на производство (потребление) на стомана и използването на заваръчните материали, използвани за електродъгово заваряване. При това на всеки тон стоманен прокат се използват около 4...6 kg заваръчни материали. По данни на фирма ESAB [10] в 2000 навареният метал в страните от западна Европа е бил 422 хил. т., в САЩ 344 хил. т., в Япония 236 хил. т., Китай 180 хил. т. [1] и Индия 152 хил. т. [3]. Електродъговото заваряване продължава да е един от най-разпространените технологически варианти, заемащ дял до 50 %, като практически целия обем от произведените заваръчни материали са предназначени за заваряването с топим електрод [10]. В промишлено развитите страни за последните 30 години, навареният ръчно електродъгово метал е намалял три пъти и съставлява 20...30 % от общото количество наварен метал [4].

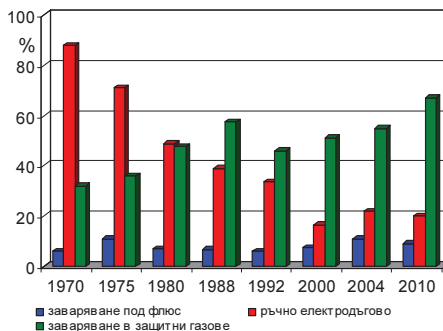
За съвременното заваряване и наваряване са характерни висока степен на механизация, автоматизация и роботизация с използването на информационни технологии и компютърно управление, диагностика и контрол. Тези тенденции доведоха в последните 25...30 години до промяна в структурата на използваните заваръчни материали в икономически развитите държави от ЕС, САЩ и Япония (фиг.2) за електродъгово заваряване и наваряване.

В периода 1986 - 2005 г.

обема на произведените заваръчни материали се е движил в диапазона 320...370 мил. т. През 1991 г. е достигнал рекордно ниво от 422 мил. т., след това в 1994 г. производството рязко намалява, като към 2000 година достига 303 мил. т. Структурата на световния пазар за заваръчни материали за електродъгово заваряване за последните пет години изглежда така: електроди за ръчно електродъгово заваряване 20 %; плътен електроден тел 63 %; тръбен електроден тел 9 %; материали за заваряване под слой от флюс 8% [5].

Най-голям е ръстът на производството на електродна тел в Япония, като за периода 1990 - 2008 год. то се е увеличил 3,5 пъти (от 45 на 160 мил. т.). За същия период производството на електроди за речно електродъгово заваряване намалява 8 пъти, от 400 на 48 мил. тона. В производството на заваръчни материали в Япония се наблюдава устойчива тенденция за намаляване на производството на електроди за ръчно електродъгово заваряване и повишаване производството на заваръчни телове с малки диаметри. В последните години се забелязва повишаване на вноса в Япония на евтини заваръчни телове от Корея, Тайван, Тайланд и др. [2, 8, 9, 10, 12].

В Германия, като водеща икономика в ЕС, производството на електродна тел нараства приблизително 2,5 пъти, от 30 мил. тона през 1978 год. до 76 мил. тона през



Фиг.2. Производство на заваръчни материали за електродъгово заваряване в икономически развитите държави от ЕС, САЩ и Япония

2010 год., докато производството на електроди за речно електродъгово заваряване намалява над 5 пъти (от 88 на 15 мил.т). Трябва да се отбележи резкия скок от 41,7 % в производството на електродни материали през 1998 спрямо 1997 г. Структурата на произвежданите заваръчни материали в Германия съответства на тези произведени в Европейския съюз, за които е характерно намаляването на обема на електродите и увеличаване на електродната тел. За разглеждания период се забелязва ежегодно увеличаване с 2...3 % на производството на тръбна електродна тел спрямо плътната [2, 8, 9, 10, 12].

Аналогично е състоянието с производството на електродна тел в САЩ. За периода 1980 - 2010 год. то се увеличава 3 пъти (от 35 на 105 мил. т.), а производството на електроди за речно електродъгово заваряване намалява с 2,5 пъти (от 33 на 13 мил. т.). В САЩ се наблюдава тенденция за непрекъснато увеличаване на производството на електродна тел, като до 1988 г. това нарастване е съпроводено с известни спадове [2, 8, 9, 12].

Заваряването и наваряването под слой от флюс за периода от 1970 г. до 2010 г. и за трите развити държави запазва почти постоянни стойности, като за Япония е около 28 хил. тона, за Германия около 10 хил. тона и за САЩ около 40 хил. тона.

Въз основа на посочените данни се предполага, че към 2020 г. дяла на ръчното електродъгово заваряване ще се стабилизира на ниво 10...15%, а дяла на заваряването в защитна газова среда на ниво 45...55 % от общия дял на методите за наваряване на износени детайли. В промишлено развитите държави за газова защита широко се използват газови смеси на аргонова основа с 8...25 % CO₂. По-малко се използват тройните смеси от аргон, въглероден диоксид и кислород.

Структурата на заваряването и наваряването в страните от СНГ (сдружение на независимите държави в което влизат Русия, Украйна и Беларус), а също Индия и Китай в началото на новия век е представено в табл.1.

Таблица 1.

Производството на заваръчни материали в страните от СНГ, Индия и Китай в началото на 21 век

№	Държава	Дял на произведените заваръчни материали в %		
		Ръчно	В газова защита	Под слой от флюс
1	Русия	45	40	9
2	Украйна	55	38	9
3	Беларус	50	39	10
4	Индия	75	13	7
5	Китай	80	15	5

На границата между XX и XXI век за страните от СНГ е характерна следната структура на методите за електродъгово заваряване и наваряване: ръчно електродъгово 68,2 %; заваряване в защитни газове 22 % и под слой от флюс 9,8 %. Наличието на голям дял на ръчното заваряването е показател за намаляване равнището и качеството на механизирания заваряване и влошаване на икономическата ефективност на заваръчното производство [5, 11].

С производство на покрити електроди за ръчно заваряване и наваряване в Русия се занимават повече от 90 големи предприятия, които са натоварени 30...40 % от мощността им. Малки технологически линии за производство на дребни серии електроди има в десетки фирми, поради това дела на произведените електроди остава голям до 50 %. Годишния обем на производство на електроди в Русия възлиза на 400 хил. т. [11]. Подобно е положението и в Украйна, като дела на произведените електроди е малко над 50 %.

В Русия и Украйна заваряването в защитни газове заема почти един и същи дял от 38...40 % табл. 1. Използваната защитна газова среда е основно CO₂, при това за подобряване характеристиките на наварения метал се използват тръбни елек-

троди с различен състав. По себестойност тази технология е съпоставима с заваряването с плътни електродни телове в газови смеси на аргонова основа [11].

Сегашната структура на използваните методи за електродъгово заваряване в Беларус изглежда по следния начин: ръчно електродъгово 50 %; заваряване в CO_2 30 %; заваряване в газови смеси ($\text{Ar} + \text{CO}_2$) 5,5; аргонодъгово заваряване 4 %; заваряване под слой от флюс 10 %; лазерно заваряване 1,5 %. Ръчните методи за заваряване в строителството достигат до 80 %, а в машиностроенето повече от 30 % [5].

В Китай за периода 2003...2010 г. се предвижда висок темп от 10...12 % нарастване обема на производство на заваръчни материали, отговарящи на търсенето от развиващата се Китайска икономика. Във връзка с това прогнозируемата до 2010 г. промяна в структурата на производство на заваръчните материали се изразява в следното. Производството на електроди за ръчно електродъгово заваряване, отнесено към общия обем на заваръчните материали, ще намалее от 80 % на 60...65 %, а дела на електродния тел за заваряване в газова защита ще се увеличи до 30...35 %. При това дела на плътния електроден тел ще съставлява около 25 %, а дела на тръбния тел 10...15 %. Заваръчните материали за подфлюсово заваряване ще съставляват 10 % от общия обем. За 2007 г. в Китай се планира намаляване с 55...60 % на произвежданите източници за ръчно електродъгово заваряване, като едновременно с това ще бъде увеличено с 25...30 %, разработването и производството на съвременни инверторни източници за CO_2 и MIG/MAG заваряване [1].

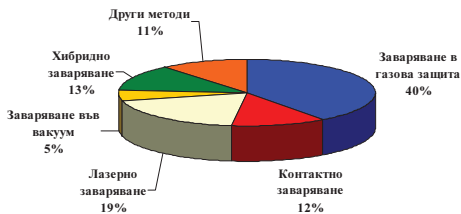
Предприятията произвеждащи заваръчни материали в Индия в по-голямата си част са дребни, тъй като една трета от общия обем на производство на заваръчни материали се пада на 100 малки предприятия. Разпределението на заваръчните материали за електродъгово заваряване в периода 2003...2004 г. е следното, за ръчно електродъгово 75 %, под слой от флюс 7 %, заваряване в защитни газове 13 %. Съобразно развитието на промишлеността в Индия, дела на ръчното електродъгово заваряване ще намалява, а дела на заваряването в газова защита ще се увеличава. Същата тенденция се наблюдава във всички развити и развиващи се страни. Предполага се, че в Индия за последните 10 години, започвайки от 2003 г., дела на покритите електроди ще се намали до 65 %, а дела на заваръчните материали за заваряване в газова защита ще нарасне до 17...27 % [3]. Както в развитите страни така и в Индия дела на заваряването под слой от флюс няма да се промени значително, като за Индия ще остане на сегашното ниво от 7 %.

В последните 10 години в Русия, Украйна, Китай и други държави се наблюдава намаляване в обема на използваните покрити електроди, а следователно, замяна на ръчното електродъгово заваряване с механизираното, в това число заваряването в защитни газове с плътни и тръбни електродни телове, при запазване обема на автоматичното заваряване под слой от флюс. В промишлено развитите страни дела на наварения ръчно електродъгово метал, намалява почти 3 пъти и съставлява 20...25 %, в другите развиващи се, държави това намаляване не е толкова интензивно.

Неотменна част от заваръчното производство е наваряването, за което се използват 8...10 % от електродите и електродните телове и 30 % тръбни телове от общия обем на заваръчните материали [4]. Отчита се, че на съвременния етап не са разработени достатъчно голямо разнообразие от материали за ремонт и възстановяване на детайлите. По причини свързани с разходите за производство и опазване на околната среда, повредените, износени или сгрешени при производството детайли не е задължително да се превръщат винаги в скрап. Даже в случаите когато е поизгодно да се замени дефектния детайл, трябва да се отбележи, че това противоречи на стратегиите за запазване на ресурсите [7]. Благодарение на използването на подходящи технологии е възможно възстановяването на детайлите и повторното им използване. Наваряването няма да загуби своето огромно значение и през 21 век.

Независимо от постигнатите до сега резултати в световен мащаб се провеждат изследвания за разработване и прилагане на нови методи за заваряване и наваря-

ване. Структурата на методите за заваряване които ще се развиват приоритетно в периода 2010...2020 г. са показани на фиг.3 [9].



Фиг.3. Структура на методите за заваряване с приоритет в развитието си за периода 2010...2020 г.

За периода до 2020 г. електродъговото заваряване в защитни газове (MIG/MAG, TIG) и контактно заваряване (чрез триене, дифузионно) си остават доминиращи методи. Расте дела на механизираното и автоматизирано заваряване в газова защита. Развитието на контактното заваряване за периода е свързано с усъвършенстване на системите за автоматично управ-

ление и създаване на мощни източници. Това ще позволи да се решат много от технологическите проблеми при заваряването на детайли с голяма дебелина от различни материали. В същото време 2...3 пъти се намалява времето за заваряване, намаляват се загубите на материал и разхода на енергия.

Отчитайки световните тенденции ще се разширява областта на приложение на прогресивните ресурсозапазващи технологии. Може да се предположи, че лазерните технологии за заваряване в предстоящото десетилетие ще се увеличат значително като ще достигнат 6...8 % от общите заваръчни работи. Развитието на този метод е свързано с използването на прецизни подаващи устройства за добавъчния материал. Това ще позволи управление на металургическите процеси в заваръчната вана, като ще направи лазерите по-пригодни за заваряване на материали склонни да образуват пукнатини и заваряване на детайли с междина между тях. Стойността на произведените лазери за заваряване в ЕС през 2006 г. е бил 3 милиарда евра, а през 2010 г. 5 милиарда евра.

В последните години се създадоха нови методи за заваряване, наречени хибридни (MAG + лазер). Тези методи са комбинация между лазерен лъч и плазмено или електродъгово заваряване обединени в обща зона на заваряване. Съвместното въздействие върху метала на двата топлинни източника, позволява съществено увеличаване на ефективността на всеки от тях. При което се увеличава провара и подобрява качеството на формиране на заваръчния шев. В последните 2...3 г. хибридните методи намират ефективно и разширяващо се приложение в автомобилостроенето, корабостроенето, машиностроенето и транспорта. Такива методи за заваряване, като електронно-лъчевото, дифузионното и високочестотното, заемат важно място и ще се развиват в зависимост от нуждите на промишлеността.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В промишлено развитите държави към 2020 г. дела на ръчното електродъгово заваряване ще се стабилизира на ниво 10...15%, за заваряването в защитна газова среда на ниво 45...55 %, а дела на заваряването под слой от флюс на ниво 7...9%, от общия дял на методите за наваряване на износени детайли.

2. В последните 10 години в Русия, Украйна, Индия и най-вече в Китай се наблюдава намаляване в обема на използваните покрити електроди, но остава висок около 50 % и увеличаване дела на заваряването в защитна газова среда на 30...40 %.

3. Методите за заваряване развивани с приоритет до 2020 г ще са в газова защита, контактно, лазерно и хибридно

4. Наваряването няма да загуби своето огромно значение и през 21 век, но за сега не са разработени достатъчно голямо разнообразие от материали за ремонт и възстановяване на детайлите.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бернадский В. Н., Маковецкая О. К. Современное состояние и прогноз развития сварочное производства в Китае. Сварочное производство. № 4, 2005, с. 47-53.
- [2]. Бернадский В. Н., Маковецкая О. К. Сварочное производство и рынок сварочной техники в современной экономике. Автоматическая сварка. № 1, 2007, с. 44-48.
- [3]. Гехани М. Л. Сварочное производство Индии: современное состояние и перспективы. Автоматическая сварка. № 4, 2006, с. 32-36.
- [4]. Гуменюк И.В., Иваськов О.Ф. Перспективы развития сварочного производства.. К.: Грамота, 2006. — 512 с. <http://svyatik.org/view.php?id=39>
- [5]. Ильющенко А.Ф., Андреев М.А., Радченко А.А. Проблемы и перспективы развития сварочного производства республики Беларусь. <http://do.gendocs.ru/docs/index-16221.html>.
- [6]. Ма Пин Исследования рыночной среды технологий сварочных производств: мировые тенденции и опыт Китая. <http://dtdgma.org.ua/index.php/protekhnikum/novini/8-novini-dtdgma/112-perspektivy-razvitiya-svarki-v-xxi-veke>.
- [7]. Мидделдорф К. Тенденции развития технологий соединения – добавленная стоимость с помощью сварочных технологий. 04. 2009, <http://www.svarainfo.ru/rus/lib/blog/?year=2009-04&docId=682>
- [8]. Николов М., Тодоров Т. Състояние и развитие на наваряването в защитни газове.
- [9]. Перспективы развития сварочного производства. http://www.e-ore.ee/_download/euni_repository/file/3750/1.%20Keeviskonstruktsoionidele%20esitatavad%20nouded..zip/2____.html.
- [10]. Рухлин Г.В Развитие промышленности сварочных материалов в странах Западной Европы и Японии на рубеже веков. Автоматическая сварка. № 5, 2004, с. 32-38.
- [11]. Тенденции и проблемы развития отрасли по сварочного производства в Украине и Росииской федерации. <http://dtdmetall.ru/news/2013-07-13/tendentcii-razvitiya-svarochnogo-proizvodstva>.
- [12]. Шалимов М.П. Перспективы развития сварки в XXI веке// МТТ: Мир Техники и Технологий. - 2008. - № 11 С. 24 - 31.

За контакти:

Доц. д-р инж. Митко Николов, катедра "Ремонт, надеждност, механизми, машини, логистични и химични технологии", Русенски университет "Ангел Кънчев", тел.: 082-888 458, e-mail: mnikolov@uni-ruse.bg