

# ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА АМПЛИТУДАТА НА ВИБРАЦИИТЕ ВЪРХУ ЕЛЕКТРИЧЕСКИТЕ ПАРАМЕТРИ ПРИ ВИБРОДЪГОВО НАВАРЯВАНЕ В CO<sub>2</sub>

A RESEARCH ABOUT INFLUENCE OF WIRE ELECTRODE VIBRATION'S AMPLITUDE UPON ELECTRICAL PARAMETERS OF VIBRATING GAS METAL ARC OVERLAYING PROCESS IN SHIELD OF CO<sub>2</sub>

Assoc. Prof. Mitko Nikolov, PhD, University of Ruse, Bulgaria, E-mail: mnikolov@uni-ruse.bg

**Abstract:** The influence of wire electrode vibration's amplitude upon parameters of vibrating gas metal arc overlaying process in carbon dioxide shield. As main criteria for evaluation are chosen a voltage during periods of short-circuit and beginning of arc burning; welding current during period of short-circuit and its value at the end of arc burning. A significant influence of vibration's amplitude upon parameters of the process was established as optimal values are shown at rate of 0,5 mm.

**Keywords:** Vibrating gas metal arc overlaying process, carbon dioxide, vibrations amplitude

## 1. Въведение

Вибродъговото наваряване в среда от въглероден двуокис се прилага широко при възстановяването на детайли от земеделската техника, поради ниската себестойност и високо качество на тези детайли. Вибрациите на електродния тел стабилизират горенето на дъгата и създават възможност електродъговият процес да протича при сравнително ниско напрежение (18...20V), с което съществено се намалява изгарянето на въглерода и легиращите елементи, а също така дълбочината на провара и зоната на термично влияние. Вибрациите оказват, освен това особено благоприятно влияние и върху формирането на наварения слой.

Амплитудата на вибрациите е основен параметър на режима на вибродъгово наваряване, като оказва съществено влияние върху параметрите на вибродъговия процес и наварения слой, честотата и продължителността на циклите и техните структурни елементи, параметрите на напрежението и големината на тока в края на късото съединение, в началото и края на горене на електрическата дъга, формирането и грапавостта на наварения слой. Материалът на електродния тел оказва също влияние върху параметрите на вибродъговия процес и наварения слой.

Амплитудата на вибрациите въпреки, че е основен параметър на режима на вибродъговото наваряване в литературата няма достатъчно данни за нейното влияние върху електрическите параметри на вибродъговия процес при възстановяване на детайли от земеделската техника във въглероден двуокис.

**Целта** на настоящата работа е да се установи влиянието на амплитудата на вибрациите върху електрическите параметри на процеса за получаване на възстановителни покрития в CO<sub>2</sub>.

Обект на изследването са възстановените детайли от автотракторната и земеделска техника. Предмет на изследването са процесите на вибродъгово наваряване във въглероден двуокис.

## 2. Изложение

За входни параметри на модела за изследване са избрани:

- амплитуда на вибрациите ( $\lambda$ );
- материал на електродния тел ( $M_t$ ).

Като основни критерии за оценка качеството на процеса на вибродъгово наваряване във въглероден двуокис са приети (фиг.1):

- параметри на напрежението ( $U$ ), електрическо напрежение на късо съединение ( $U_{кс}$ ) и електрическо напрежение в началото на горене на дъгата ( $U_{нд}$ );
- параметрите на големината на тока ( $I$ ), големина на тока на късо съединение ( $I_{кс}$ ) и големина на тока в края на горене на дъгата ( $I_{кд}$ ).

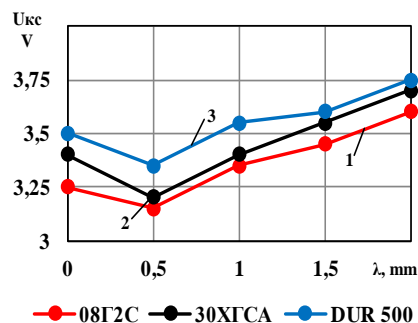
Наваряването на образците за изследване влиянието на амплитудата на вибрациите се извършва на уредба за наваряване в защитни газове с вибродъгов апарат "ЕНТОН – 60" с осов безинерционен вибратор. Наваряването е извършено върху цилиндрични образци от Ст45 с диаметър 50 mm и дължина 250 mm, съответстващи на средностатистическите размери и



**Фиг.1** Модел за изследване процеса на вибродъгово наваряване в защитни газове:  $\lambda$  е амплитуда на вибрациите;  $M_t$  – материал на електродния тел;  $U$  – параметри на електрическото напрежение;  $I$  – параметри на тока.

маса на детайлите подлежащи на възстановяване [5]. Върху всеки образец се наваряваха по пет шийки с ширина 40 mm с различен електроден тел (Св08Г2С, Нп 30ХГСА и DUR 500) с диаметър 1,6 mm при следния режим: работно електрическо напрежение 20V, големина на електрическия ток 150...180A; скорост на наваряване 1,26m/min; скорост на подаване на електродния тел 2,3m/min; стъпка на наваряване 3mm/tr; излаз на електродния тел 15 mm; честота на вибрациите 46,7 Hz и разход на защитен газ 15 l/min.

Изследването на процеса на вибродъгово наваряване е съпроводено със записване и отчитане на работното електрическо напрежение и големина на тока. За измерване и записване на големината на тока в захранващата верига на вибродъговия апарат са включени подходящи шунтове. Динамиката на изменение на тези параметри се записваше с помощта на аналогово цифровия преобразувател на NATIONAL INSTRUMENTS модел NI USB 6210. Осцилограмите на процеса са записани в реално време с помощта на софтуерния продукт "Lab View". За всяка една промяна в амплитудата на вибрациите и материала на електродния тел са проведени по 3 записа, като са определени



**Фиг.2** Влияние на амплитудата на вибрации ( $\lambda$ ) върху напрежението на късо съединение ( $U_{кс}$ ) при вибродъгово наваряване в CO<sub>2</sub> с различни електродни телове: 1 - 08Г2С; 2 - 30ХГСА; 3 - DUR500.

средните стойности на изходните параметри. Записаните данни са обработени с помощта на софтуерния продукт Microsoft Office Excel. Получените данни за електрическите параметри

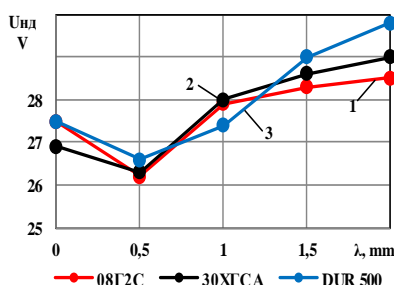
от осцилографирането на вибродъговия процес са обработени с известните статистически методи.

Според [2], напрежението и големината на тока, имат съществено значение за характера на процеса на металопренасяне и формиране на наварения слой. Повишаването на електрическото напрежение води до увеличаване на дъговия промеждутък, продължителността на електродъговия цикъл на горене на дъгата, а така също – върху изгарянето на част от въглерода и на легиращите елементи. Увеличаването на тока влияе преди всичко върху геометричните параметри при формиране на отделните шевове, зоната на термично влияние и степента на разпръскване на електродния метал.

След обработване на осцилограмите са получени графическите зависимости за влиянието на честотата на вибрациите върху електрическите параметрите на вибродъговия процес (фиг.2...фиг.5).

На фиг.2 е показано изменението на напрежението на късо съединение. Като цяло, изменението на  $U_{кс}$  има екстремален характер. При увеличаване на амплитудата на вибрациите до 0,5 mm се забелязва понижаване на напрежението и при трите електродни телове, след което  $U_{кс}$  се повишава. Най-ниска е стойността на напрежението на късо съединение за електроден тел 08Г2С от 3,05 V, а най-високо е то при DUR 500 от 3,40 V. Тази тенденция се запазва при всички стойности на амплитудата на вибрациите, като при амплитуда 2 mm разликата е най-малка 0,15 V. По-ниските стойности на напрежението на късо съединение са предпоставка към по-слабо топлинно въздействие върху основния метал, което води от своя страна до по-малка дълбочина на проваряване, по-малка зона на термично влияние и по-малки деформации на детайлите, подлежащи на възстановяване [1].

Един от най-важните параметри на процеса на наваряване се явява напрежението на дъгата. Изменението на този параметър е показано на фиг.3, откъдето е видно, че характера на изменението на електрическото напрежение в началото на



**Фиг.3** Влияние на амплитудата на вибрации ( $\lambda$ ) върху напрежението в началото на горене на дъгата ( $U_{нд}$ ) при вибродъгово наваряване в  $CO_2$  с различни електродни телове: 1 - 08Г2С; 2 - 30ХГСА; 3 - DUR500.

горене на дъгата ( $U_{нд}$ ) във функция от амплитудата на вибрациите на електродния тел е има също явно изразен минимум при амплитуда от 0,5 mm. След обработване на резултатите от записите се установи, че напрежението в началото на горене на дъгата се изменя в границите от 27,9 до 29,8 V за трите електродни телове, като при амплитуда на вибрациите 0,5 mm напрежението на начало на горене на дъгата за трите електродни телове се променя в много тесни граници от 26,2 V за тел 08Г2С до 26,2 V за тел DUR 500. Стойностите на електрическото напрежение в началото на горене на дъгата при амплитуда на вибрациите 2 mm е много по-високо от същото напрежение при амплитуда 0 mm. Тази разлика е най-силно изразена за електроден тел DUR 500 от 2,3 V. Повишаването на напрежението на горене на дъгата води до влошаване условията за формиране на наварения слой и намаляване на коефициентите на наваряване и сплавяване, което се дължи на намаляване степента на предварително подгриване на върха на електродния тел, а също повишена степен на разсейване на топлината в околната среда, увеличаване на дължината на дъгата и повишаване степента на изгаряне на въглерода и легиращите елементи.

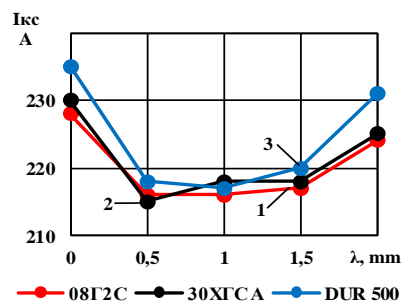
Понижаване големината на напрежението на горене на дъгата води до намаляване делът на участие на основния метал в наварения слой, а така също – до намаляване напречното сечение на наварения слой, с което се дава възможност за получаване на тънкослойни и равномерни наварени възстановителни покрития.

**Таблица 1.** Разлика между електрическото напрежение в начало и края на горене на дъгата

Електродни телове	Стойности на амплитудата на вибрации $\lambda$ , mm				
	0	0,5	1,0	1,5	2
08Г2С	2,9	2,6	2,85	2,9	2,9
30ХГСА	3,10	2,8	3,0	3,05	3,15
DUR 500	3,10	2,95	3,15	3,20	3,20

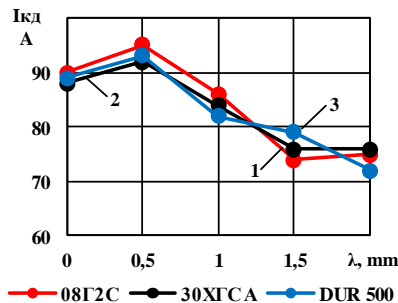
Според [3], разликата между напрежението в началото и в края на горене на дъгата оказва съществено влияние върху качеството на навареното покритие. Колкото по-голяма е разликата между напреженията в началото и края на горене на дъгата, толкова по-голяма е скоростта на охлаждане на метала и се увеличава опасността от образуване на горещи пукнатини. Причините за това се дължат на бързо нарастващите вътрешни напрежения по време на кристализация на течната фаза и преминаване през т.нар. температурен интервал на крехкост, който обхваща интервала от началото на втвърдяване на дендритите до достигане на солидус състояние. В този интервал, металът се намира в полутечно-полутвърдо състояние, за което е характерно рязко понижаване на пластичността му в сравнение с пластичността в твърдо състояние. При тези условия, пластичната деформация на метала се изразява във взаимно преместване на кристалите и тяхното деформиране. Тъй като кристализацията на метала е съпроводена с непрекъснато променящи се вътрешни напрежения, чиято интензивност се повишава с понижаване на температурата, то кристалите не могат да понесат пластичната деформация, при което се наблюдава тяхното разделяне в следствие на зараждащите се пукнатини. От проведените изследвания и резултатите представени в табл.1 се установи, че тази разлика е най-малка при амплитуда на вибрациите 0,5 mm, за трите електродни телове от 2,6...2,95 V. Най-малка е разликата в напреженията в началото и края на горене на дъгата при вибродъгово наваряване с електроден тел 08Г2С.

Амплитудата на вибрациите оказва съществено влияние върху големините на тока на късо съединение и тока в края на горене на дъгата. Изменението на тока на късо съединение е показано на фиг.4. С повишаване на амплитудата на вибрациите, тока на късо съединение  $I_{кс}$  намалява значително от 229...235 A до 215...218 A достигайки минимум при амплитуда на вибрациите 0,5 mm. По-нататъшното увеличение на амплитудата на вибрациите до 1,5 mm не променя съществено тока на късо съединение. Повишаването на амплитудата на 2 mm отново рязко повишава  $I_{кс}$ . Токът на късо съединение оказва влияние върху загубите от разпръскване на електроден метал при откъсване на капката от върха на електродния тел до пренасянето ѝ върху металната повърхност на наварявания детайл.



**Фиг.4** Влияние на амплитудата на вибрации ( $\lambda$ ) върху тока на късо съединение ( $I_{кс}$ ) при вибродъгово наваряване в  $CO_2$  с различни електродни телове: 1 - 08Г2С; 2 - 30ХГСА; 3 - DUR500.

Изменението на тока в края на горене на дъгата Икд има явно изразен екстремален характер. От графиката се вижда, че увеличаването на амплитудата на вибрациите оказва съществено влияние върху изменението на Икд (фиг.5). Най-високи стойности и за трите електродни телове се получават при амплитуда на вибрациите 0,5 mm, около 95 А. Най-висока е стойността на тока в края на горене на дъгата при електродния тел 08Г2С от 96 А.



**Фиг.5** Влияние на амплитудата на вибрации ( $\lambda$ ) върху тока в края на горене на дъгата (Икд) при вибродъгово наваряване в  $CO_2$  с различни електродни телове: 1 - 08Г2С; 2 - 30ХГСА; 3 - DUR500.

Стойностите на тока в края на горене на дъгата за трите електродни телове се колебаят в много тесни граници при различните амплитуди на вибрацията на електродния тел. Стойностите на Икд при амплитуда на вибрациите 2 mm са значително по-ниски (около 75 А) от същите за амплитуда на вибрациите 0,5 mm (около 90 А). Тази разлика е най-силно изразена за електроден тел DUR 500 от почти 20 А.

Разликата между големините на Икс и Икд при конкретните стойности на амплитудата на вибрациите оказва влияние върху степента на нагриване на основния метал, възможността за възникване на деформации в наварявания детайл и неравномерно формиране на наварения слой. От анализът на резултатите се установи, че при амплитуда на вибрациите 0,5 mm за електроден тел 08Г2С разликата в големините на Икс и Икд е най-малка – 20 А, което е предпоставка за по-малка степен на нагриване на детайла. Обратно, при амплитуда на вибрациите от 2 mm тази разлика е почти три пъти по-голяма, което от своя страна е предпоставка за повишено разпръскване и изгаряне на електроден метал, а също лошо формиране на наварения метал и висока грапавост.

### 3. Заключение

1. Амплитудата на вибрациите оказва съществено влияние върху протичането на електродъговия процес при вибродъгово наваряване и неговите електрически параметри (напрежение и големина на тока) при наваряване във въглероден двуокис.

2. Най-ниско напрежение на късо съединение и начало на горене на дъгата се получава при амплитуда на вибрациите 0,5 mm. Това довежда до по-малка дълбочина на провара, по-малка зона на термично влияние, по-малки деформации на детайлите при възстановяване, а също получаване на тънкослойни и равномерни наварени възстановителни покрития.

3. Най-ниски загуби от разпръскване на метала при вибродъгово наваряване в  $CO_2$  се получава при амплитуда на вибрациите 0,5 mm.

4. От анализът на резултатите се установи, че при амплитуда на вибрациите 0,5 mm за електроден тел 08Г2С разликата в големините на Икс и Икд е най-малка – 20 А, което е предпоставка за по-малка степен на нагриване на детайла.

### 4. Литература

1. Асние А. Е. и др. Сварка в смеси активных газов. Киев: Наукова думка, 1982.
2. Ищенко Ю. С. Характеристики управления переносом капли при сварке плавящимся электродом с короткими замыканиями. Сварочное производство, № 9, 1992, стр. 20-25.
3. Ленивкин В. А. и др. Технологические свойства сварочной дуги в защитных газах. Москва: Машиностроение, 1989.
4. Николов М. Влияние скоростта на наваряване върху технологическите параметри при вибродъгово наваряване на износени детайли от транспортната и земеделска техника в аргон. В: Транспорт, екология - устойчиво развитие, том XXI, Еко Варна 2014, Варна, 2014, стр. 72-75, ISBN 2367-6299.
5. Тончев Г. Станев Л. Изследване разпределението на детайлите на тракторите ЮМЗ-6Л и МТЗ-80 по структурни характеристики. В. Научни трудове на ВИММЕСС, том 21, серия 6, Русе: 1979.