

Акимов А. В. Электрооборудование автомобилей: Учебник для ВУЗов. – М.: Изд. “За рулем”, 1999. – 384 с. 11. Баланс электроэнергии автомобилей и автобусов. Метод расчета критерии оценки. ОСТ 37.003.034 – 77. – М., 1977. – 21 с. 12. Определение коэффициента полезного действия и потерь автобусных генераторов/ Протокол испытаний Научно-исследовательского и экспериментального инс-титута автомобильной электроники и электрооборудования. – 1984. – № ОСЭ/ 5-18-84. – 6 с.

УДК 621.791

В.М. Палаш, А.Р. Дзюбик, С.Т. Огнистий
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра зварювального виробництва, діагностики та відновлення металоконструкцій

ВПЛИВ СКЛАДУ ГАЗОВОЇ СУМІШІ CO_2+O_2 НА ВИГОРЯННЯ ВУГЛЕЦЮ ПРИ ДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ ЧАВУНІВ СТАЛЕВИМ ДРОТОМ

© Палаш В.М., Дзюбик А.Р., Огнистий С.Т., 2010

Досліджено вплив складу захисної суміші CO_2+O_2 та параметрів режиму дугового зварювання сталевим дротом сірих чавунів без їх попереднього підігрівання на вигорання вуглецю у ванні. Встановлено фактори, що сприяють отриманню оптимальної його концентрації в наплавлених валиках. Показано, що вигорання вуглецю при зварюванні у середовищі CO_2+O_2 помітно посилюється із збільшенням у ньому кисню. Ступінь цього впливу залежить від швидкості зварювання, діаметра електродного дроту, зварювального струму та величини електродного вильоту.

Influence of the protective mixture composition CO_2+O_2 and parameter of arc/w mode by the steel wire of grey-cast irons without their previous heating during carbon combustion was investigated. Factors are set to further reception of it optimal concentration in melt rollers. It's pointed that carbon combustion at welding in the CO_2+O_2 environment which appreciably increases during oxygen increasing in it. The degree of this influence depends on welding speed, electrode wire diameter, welding current and size of electrode flight.

Актуальність теми. У машинобудуванні та інших галузях промисловості і транспорту доволі поширеним конструкційним матеріалом є сірий чавун. У зв'язку з цим широко застосовується зварювання та наплавлення чавунних деталей, а також зварювання експлуатаційних та ливарних дефектів виливок. Незважаючи на те, що чавун має погану технологічну зварність внаслідок низької пластичності та утворення у з'єднанні твердих та крихких структурних складових, на практиці часто використовують технології, що не вимагають його спеціального підігрівання, зокрема з отриманням сталевих швів і наплавлених шарів. До таких насамперед належить механізоване зварювання і наплавлення сталевим дротом у захисній газовій суміші CO_2+O_2 [1, 2, 6]. При таких процесах без попереднього підігрівання важливою передумовою уникнення технологічних тріщин та отримання якісних швів та наплавлених валиків є обмеження вмісту у зварювальній ванні вуглецю. Слід зазначити, що даних про особливості металургійних процесів, зокрема вигорання вуглецю, при зварюванні сірих чавунів без їх попереднього підігрівання сталевим дротом у газовій суміші CO_2+O_2 дуже мало і вони переважно стосуються

природи утворення ділянки відбілу у зоні сплавлення, а також пористості та особливостей структуроутворення у зварному з'єднанні [3, 4, 6]. У зв'язку з цим дослідження факторів, що впливають на вміст вуглецю у зварювальній ванні та особливості його окиснення під час цього процесу має важливе значення для встановлення оптимальних режимів зварювання і, зокрема, вмісту кисню у газовій суміші.

Мета роботи. У роботі досліджували вплив складу захисної суміші CO_2+O_2 та інших параметрів дугового зварювання сталевим дротом сірих чавунів без їхнього попереднього підігрівання на вигорання вуглецю у ванні з метою встановлення факторів, що сприяють отриманню оптимальної його концентрації у наплавлених валиках.

Методика проведення досліджень. На вміст вуглецю у швах і наплавлених валиках впливають частка чавуну, що переходить у ванну з основного металу, та інтенсивність його окиснення в зварювальній реакційній зоні. Геометричні параметри швів та наплавлених валиків, що визначають у них частку чавуну, переважно залежать від таких параметрів режиму, як величина струму, напруги дуги, швидкості зварювання тощо. У роботах [1, 2] зазначено, що основними технологічними факторами, за допомогою яких можна зменшити частку чавуну і тим самим вміст вуглецю у наплавлених валиках, є зменшення струму та збільшення величини електродного вильоту.

Окрім технологічних факторів, певним чином впливають і металургійні, переважно хімічний склад і структура чавуну, зокрема ступінь його евтектичності, від яких залежить температурний інтервал первинної кристалізації. Щодо окиснення вуглецю у зварювальній ванні, то тут повинні впливати такі фактори, як вміст в ній кисню, температурні умови, час існування металу у розплавленому стані та інтенсивність його перемішування.

Дослідження проводились на зразках, одержаних електродуговим автоматичним наплавленням сталевих валиків низьковуглецевим дротом Св - 08 на пластини різної товщини із сірого чавуну з різним вмістом вуглецю – від 2,5 до 3,8 %. Як захисне середовище використовували газову суміш CO_2+O_2 , у якій кількість кисню змінювалась від 0 до 100 %. З метою отримання зварювальної ванни різного розміру та часу її існування параметри режиму зварювання змінювались у широких межах. Геометричні розміри наплавлених валиків, а також частка чавуну в них визначались за допомогою макрошліфів, виготовлених із темплетів, вирізаних із зразків поперек наплавлених валиків. Вигорання вуглецю в реакційній зоні вираховували за формулою:

$$C_v = a \cdot C_q + (1-a) \cdot C_{др} - C_{ш},$$

де C_v – кількість вуглецю, який вигорів, %; a – частка чавуну у наплавленому валику; $C_{др}$ – вміст вуглецю в електродному дроті, %; $C_{ш}$ – вміст вуглецю у наплавленому валику, %; C_q – вміст вуглецю у чавуні, %.

Частку чавуну у валиках вираховували за величиною відношення площі проплавлення основного металу до площі валика, а вміст вуглецю у чавуні, дроті і наплавлених валиках – хімічним аналізом. Час перебування металу в розплавленому стані визначали розрахунком [5]. При цьому залежно від розмірів зразків та режиму зварювання використовували такі розрахункові схеми: “лінійне рухоме джерело в тонкій пластині”, “потужне швидкорухоме джерело в тонкій пластині”, “рухоме точкове джерело на поверхні півнескінченного тіла з адіабатичною границею”, “потужне точкове джерело на поверхні півнескінченного тіла з адіабатичною границею”.

Основні результати. Вплив параметрів електродугового зварювання при вмісті у суміші 30% O_2 на вигорання вуглецю зображено графічно на рис. 1. Аналіз даних свідчить про неоднозначний вплив швидкості зварювання. З її збільшенням від 4 до 9 м/год вигорання зростає приблизно на 0,15 %, досягаючи 0,75 та 0,65 %, відповідно для діаметрів дроту 1,4 та 2 мм, а при подальшому її збільшенні до 16 м/год. воно зменшується. Інтенсифікація вигорання вуглецю при підвищенні швидкості зварювання в області малих її значень зумовлена швидше за все

збільшенням його вмісту у ванні, викликаним зростанням у ній частки чавуну, а при відносно великих швидкостях вже переважає скорочення часу існування ванни. Так, при підвищенні швидкості від 4 до 16 м/год, при незмінних інших параметрах режиму, для дроту 1,4 мм він зменшується від 14 до 2,6 с.

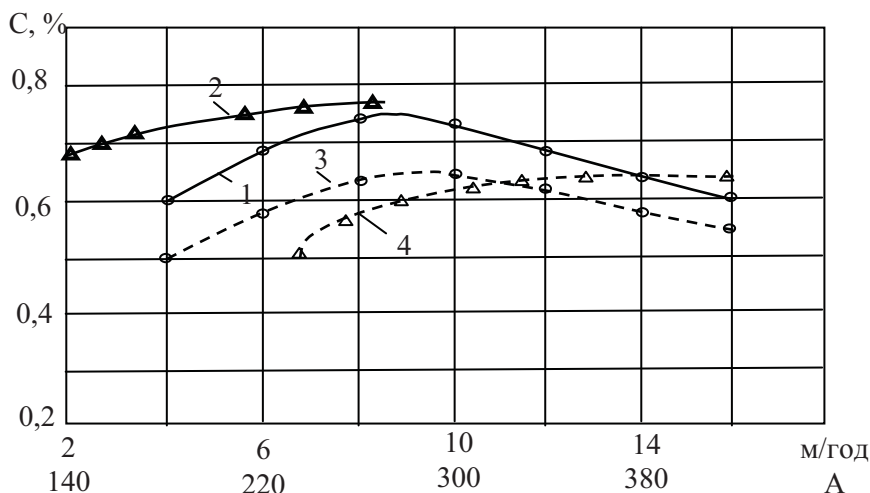


Рис. 1. Вплив швидкості зварювання, діаметра дроту (1 – 1,4 мм; 3 – 2 мм) і зварювального струму (2 – 1,4 мм; 4 – 2 мм) на вигорання вуглецю

Сприятливий вплив підвищення струму на окиснення вуглецю, швидше за все, пояснюється збільшенням часу існування ванни та частки у ній чавуну.

Вплив складу газової суміші CO_2+O_2 при різних діаметрах електродного дроту на вигорання вуглецю показаний на рис.2. Із підвищенням вмісту кисню до 50 % вигорання вуглецю досягає 0,65 %, що зумовлено підвищенням температури та часу існування зварювальної ванни. Слід зазначити, що окиснення вуглецю при зварюванні у CO_2 зменшується зі збільшенням діаметра електродного дроту (від 0,62 % при 1,2 мм до 0,37 % при 2 мм), а з підвищенням вмісту кисню до 30 – 40 % істотно зростає, досягаючи вже 0,60 % для діаметра дроту 2 мм, а для 1,2 мм – 0,70 %.

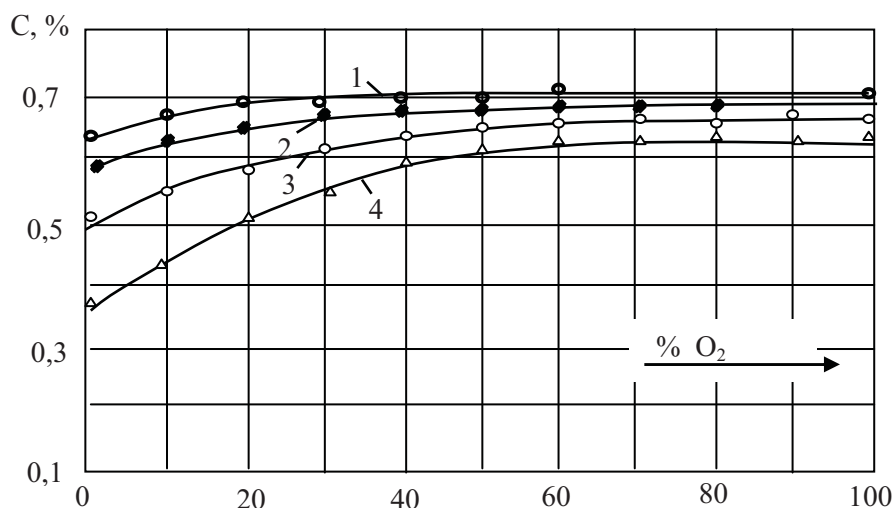


Рис. 2. Вплив складу суміші CO_2+O_2 на вигорання вуглецю при різних діаметрах дроту: 1 – 1,2 мм; 2 – 1,4 мм; 3 – 1,6 мм; 4 – 2 мм

Той факт, що критична кількість кисню у газовій суміші, коли спостерігається максимальне вигорання вуглецю, для діаметра 1,2 мм становить всього 20 – 30 %, тоді як для 2 мм 50 – 60 %, може викликатися тим, що максимальної окисненості ванни із зменшенням діаметра дроту

досягають у разі меншої концентрації кисню у газі внаслідок більш дрібнокрапельного перенесення електродного металу.

Результати хімічного аналізу свідчать про те, що концентрація вуглецю у валиках для різних діаметрів електродного дроту із підвищенням окиснювальної спроможності газової суміші змінюється неоднаково (рис. 3). Для 1,4; 1,6 і 2 мм вона спочатку зменшується, а потім починає зростати. Ступінь цього зниження істотніший при більших діаметрах – тоді як для 1,4 мм він становить всього 0,04%, то для 2 мм 0,28 %. Одночасно розширюється інтервал концентрацій кисню у суміші CO_2+O_2 , при якому воно відбувається – від 0...10 % при 1,4 мм до 0...60 % при 2 мм. Водночас у випадку зварювання дротом 1,2 мм вміст вуглецю не зменшується і навіть зростає вже при додаванні до вуглекислого газу 10 % кисню.

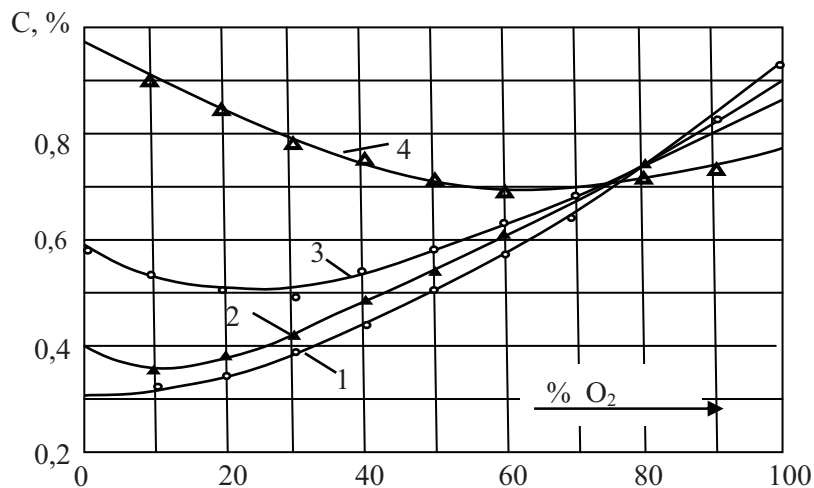


Рис. 3. Вплив складу суміші CO_2+O_2 на вміст вуглецю у валиках при різних діаметрах дроту:
1 – 1,2 мм; 2 – 1,4 мм; 3 – 1,6 мм; 4 – 2 мм

Однак, незважаючи на істотніше у цьому випадку зростання вмісту вуглецю у валиках, його концентрація все ж залишається меншою у широкому діапазоні вмісту кисню у газовій суміші – від 0 до 75 %. Такий характер впливу діаметра електродного дроту на концентрацію вуглецю у наплавлених валиках при зварюванні у середовищі CO_2+O_2 відповідає його впливу на вміст вуглецю у ванні, що визначається часткою чавуну у ній, та на його вигорання.

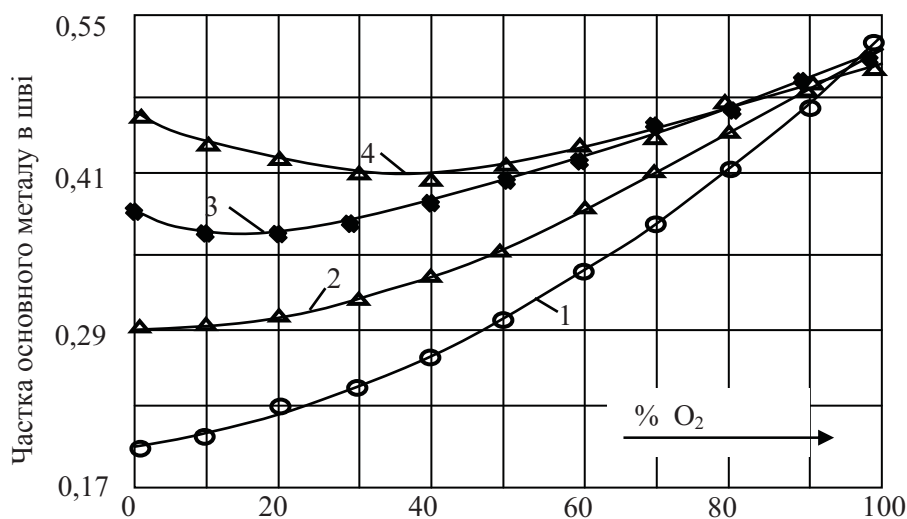


Рис. 4. Вплив складу суміші CO_2+O_2 на частку основного металу (чавуну) у валиках при різних діаметрах дроту: 1 – 1,2 мм; 2 – 1,4 мм; 3 – 1,6 мм; 4 – 2 мм

Отримані результати свідчать про те, що, незважаючи на зростання вигорання вуглецю у ванні при збільшенні вмісту кисню у газовій суміші CO_2+O_2 , вміст вуглецю у наплавлених валиках при цьому залишається доволі значним. Основна причина цього – істотне збагачення ванни вуглецем за рахунок збільшення частки у ній розплавленого чавуну (рис. 4). Цьому сприяють екзотермічні реакції окиснення, насамперед заліза. Аналіз шлаку, що знаходився на поверхні валиків, показав, що і його кількість, і вміст оксидів заліза у ньому помітно зростають зі збільшенням концентрації кисню у газовій суміші CO_2+O_2 .

Як вже зазначалось, одним із ефективних технологічних факторів, що впливають на проплавлення основного металу і частку його у валиках, є величина електродного вильоту. Із рис. 5 видно, що зі збільшенням електродного вильоту помітно зменшується частка основного металу для всіх складів газової суміші, причому зі зменшенням вмісту кисню цей вплив суттєвіший. Разом з тим, зі збільшенням електродного вильоту негативний вплив кисню у газовому середовищі посилюється, особливо при його концентраціях, більших за 20 %.

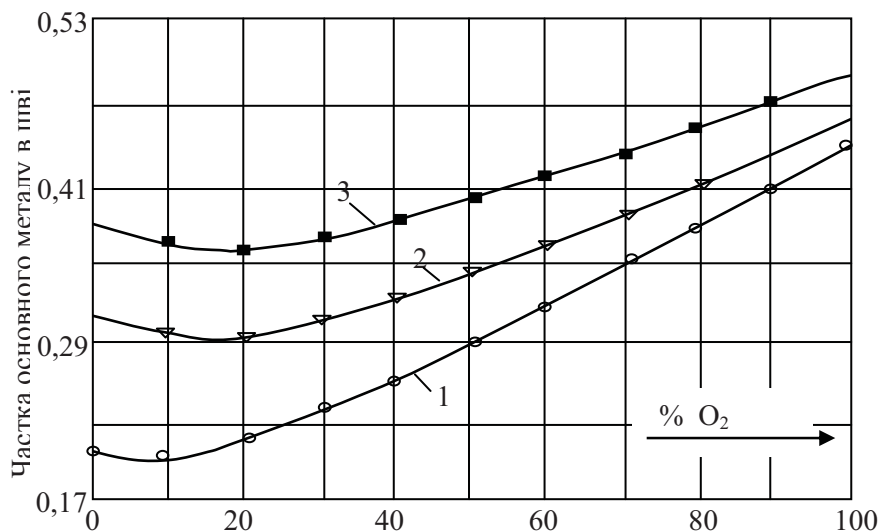


Рис. 5. Вплив складу суміші CO_2+O_2 на частку основного металу (чавуну) у валиках при різних електродних вильотах: 1 – 60 мм; 2 – 40 мм; 3 – 20 мм

Висновки. Результати досліджень однозначно свідчать про те, що вигорання вуглецю при зварюванні у газовому середовищі CO_2+O_2 помітно посилюється при збільшенні у ньому кисню. Ступінь цього впливу залежить від інших параметрів режиму – швидкості зварювання, діаметра електродного дроту, зварювального струму, величини електродного вильоту, які певним чином впливають і на час її існування.

Зменшити вміст вуглецю у валиках, на який, окрім вигорання, істотно впливає частка розплавленого чавуну, що переходить у ванну, можна за рахунок вибору оптимального складу газової суміші CO_2+O_2 залежно від інших параметрів режиму зварювання. Найефективнішим засобом при цьому є використання збільшеного електродного вильоту до 60 – 80 мм.

1. Аснис А. Е., Покладий В. Р., Гутман Л. М., Юзьків Я. Н. Сварка в смеси активных газов. – К.: Наукова думка, 1982. – 214 с.; 2. Елистратов П. С., Елистратов А. П. Сварка чугуна сталью. – Минск: Наука и техника, 1974. – 206 с.; 3. Грабин В. Ф., Грецкий Ю. Я., Крошина Г. М., Метлицкий В. А. Металлография сварных соединений чугуна. – К.: Наукова думка, 1987. – 192 с.; 4. Палаш В.М., Юськів В.М., Дзюбик А. Р. Природа “відбілювання” чавунів під час дугового наплавлення сталевим дротом *Materials IV Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji “Aktualne problemy Nowoczesnych nauk - 2008” 16 – 31 czerwca 2008 roku – Przemysl: Nauka i studia. – 2008. – Т. 18 “Techniczne nauki”, S. 19 – 23.*; 5. Василик А. В., Дрогомерецький Я. М., Кріль Я. А. Теплові розрахунки при зварюванні. – Івано-Франківськ: Факел, 2004. – 210 с.; 6. Пацкевич И. Р., Палаш В. М., Башур М. Влияние состава смеси CO_2+O_2 на формирование шва при сварке чугуна стальной проволокой. // *Автоматическая сварка. – 1976. – № 11. – С. 29–31.*