

УДК 621.791.92

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2020.3\(34\).43-47](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2020.3(34).43-47)**В.В. Чигарьов**, проф., д-р техн. наук*Державний вищий навчальний заклад «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь, Україна**e-mail: chigarew07@gmail.com***Ю.В. Логвінов**, доц., канд. техн. наук*Маріупольський інститут ПРАТ «Межрегіональна академія управління персоналом», м. Маріуполь, Україна**e-mail: 07log07@gmail.com***О.Г. Білик**, доц., д-р техн. наук*Державний вищий навчальний заклад «Приазовський державний технічний університет», м. Маріуполь, Україна**e-mail: alexbelick@gmail.com*

## Зниження утворення оксидів при напаленні зносостійких сплавів

В статті розглянуті питання зниження вмісту шкідливих речовин при напаленні легованих зносостійких сплавів. Проведені дослідження по визначенню можливості зниження утворення оксидів при напаленні високолегованих зносостійких сплавів типу сормайт з використанням замкнутої фільтровентиляційної системи (ЗФВС), що забезпечує мінімальні втрати легуючих елементів при формуванні напаленого шару.

**електродні матеріали, напалення, легуючі елементи, зварювальні аерозолі, окислювальні процеси, замкнута фільтровентиляційна система, напалений метал**

**В.В. Чигарёв**, проф., д-р техн. наук*Государственное высшее учебное заведение «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, Украина***Ю.В. Логвинов**, доц., канд. техн. наук*Мариупольский институт ЧАО «Межрегиональная академия управления персоналом» г. Мариуполь, Украина***А.Г. Белик**, доц., д-р техн. наук*Государственное высшее учебное заведение «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, Украина*

### Снижение образования оксидов при наплавке износостойких сплавов

В статье рассмотрены вопросы снижения содержания вредных веществ при наплавке легированных износостойких сплавов. Проведены исследования по определению возможности снижения образования оксидов при наплавке высоколегированных износостойких сплавов типа сормайт с использованием замкнутой фильтровентиляционной системы (ЗФВС), что обеспечивает минимальные потери легирующих элементов при формировании напаленного слоя.

**электродные материалы, наплавка, легирующие элементы, сварочные аерозолі, окислительные процессы, замкнутая фильтровентиляционная система, напаленный металл**

**Постановка проблеми.** Зниження вмісту оксидів при напаленні легованих зносостійких сплавів є актуальним завданням для забезпечення якості напаленого металу та його властивостей. Оцінка оптимальних рішень щодо вишукування можливих технологічних процесів, що знижують утворення оксидів, вимагає проведення досліджень при напаленні зносостійких сплавів порошковими стрічками.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В роботі [1] представлені основні положення щодо раціонального легування металу і формування зносостійкої фази. В роботі [2] викладаються основні положення з легування наплавленого металу, призначеного для роботи в різних умовах ударного, абразивного зношування, а також вплив легуючих елементів на утворення карбідної фази та матриці – основних складових сплаву.

**Постановка завдання.** Метою статті є розробка технологічного процесу наплавлення зносостійких сплавів з забезпеченням зниження утворення оксидів і втрат легуючих елементів в наплавленому металі.

**Виклад основного матеріалу.** Для наплавлення застосовують різні наплавні матеріали, які відрізняються зварювально-технологічними властивостями, складом і легуючими елементами, та забезпечують отримання необхідного складу і властивостей в наплавленому шарі. В результаті плавлення електродного металу та протікання металургійних процесів в зоні горіння дуги та зварювальної ванни, відбувається виділення в атмосферу різних газів з утворенням зварювальних аерозолів (ЗА). Утворювані ЗА складаються з твердих складових зварювального аерозолу (ТСЗА) і газоподібних складових зварювального аерозолу (ГСЗА). Зварювальні аерозолі, містять шкідливі речовини у вигляді пилу і газів, різних оксидів: CO, MnO, SiO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, NO, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, шкідливо впливають на санітарно-гігієнічні умови в робочій зоні [3-4].

Кількість шкідливих виділень залежить від режимів наплавлення, виду електродного матеріалу та його складу. Для механізованого електродугового наплавлення широко використовуються порошкові стрічкові електродні матеріали.

При наплавленні з використанням порошкової стрічки вміст хімічних елементів в наплавленому металі знижується за рахунок утворення оксидів легуючих елементів в результаті їх взаємодії з киснем атмосферного повітря, що впливає на властивості наплавленого шару.

Для зменшення вмісту кисню в газоповітряній суміші, що утворюється в процесі наплавлення, застосовуються спеціальні абсорбуючі речовини в ЗФВС, які знижують перебіг окислювальних процесів з утворенням оксидів легуючих елементів. При цьому газоповітряна суміш забирається із зони горіння дуги та зварювальної ванни, проходить фільтрацію через систему спеціальних фільтрів, в яких видаляють ТСЗА і ГСЗА, після чого очищена газова суміш використовується в якості газового захисту при наплавленні [4].

Дослідження проводили з використанням порошкових стрічок, які мали різні осердя, але забезпечували однакові хімічні склади наплавленого металу.

Використовувалися порошкові стрічки, що містять в осерді механічну суміш порошкоподібних компонентів та комплексно-легований сплав. Комплексно-легований сплав (лігатура) – попередньо виплавлений в індукційній печі сплав, який містить необхідні леговані елементи. Отримання частинок необхідних розмірів виробляли шляхом гідрогрануляції, які потім вводилися до складу осердя порошкової стрічки. Зазначені порошкові стрічки забезпечували в наплавленому шарі однаковий хімічний склад однієї системи легування.

Виготовлення порошкових стрічок необхідних розмірів проводилося на верстатах, які забезпечують отримання однозамкової конструкції оболонки.

Наплавлення проводили на постійних режимах: зварювальний струм 700-750 А, напруга дуги 28-32 В, швидкість наплавлення 36 м / год. Після наплавлення визначали хімічний склад наплавленого металу на вміст вуглецю, марганцю, кремнію, нікелю. Для отримання достовірних результатів оцінки виробляли по 10 вимірювань для кожного експерименту.

У процесі наплавлення із зони горіння дуги робили відбір газового середовища з використанням ЗФВС. При роботі ЗФВС досліджувалися різні сорбенти і фільтруючі елементи. Загальні відомості про речовини, які рекомендовані в якості сорбенту, здатного абсорбувати кисень, представлений в табл. 1 [5]. Вміст легуючих елементів в наплавленому металі із використанням ЗФВС наведено в табл. 2.

Таблиця 1 – Загальні відомості про використані сорбенти

№ п/п	Найменування сорбенту	Молекули, що найбільш абсорбуються	Кінетичний діаметр Å
1.	Югавараліт	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	3,6...3,9
2.	Цеоліт X	(C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>3</sub> N	8,1
3.	Цеоліт W	SO <sub>2</sub>	3,6
4.	Цеоліт P-W	NO	3,6
5.	Цеоліт L	(C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>3</sub> N, (C <sub>4</sub> F <sub>9</sub> ) <sub>3</sub> N <sub>1</sub>	8,1
6.	Фожазит	(C <sub>2</sub> F <sub>5</sub> ) <sub>3</sub> N	8,0
7.	Стильбіт	H <sub>2</sub> O, NH <sub>4</sub>	2,6
8.	Морденіт широкопористий	NH <sub>3</sub>	2,6
9.	Натроліт	(C <sub>4</sub> F <sub>9</sub> ) <sub>3</sub> N	10
10.	Жисмондин	N <sub>2</sub> ; O <sub>2</sub>	3,6

Джерело: [5].

Таблиця 2 – Вміст легуючих елементів в наплавленому металі із використанням ЗФВС

Тип осердя порошкової стрічки	Вид наплавлення	Склад легуючих елементів у металі шва, %				
		C	Mn	Si	Cr	Ni
Механічна суміш компонентів	Без використання ЗФВС	2,55	1,44	2,4	20,6	2,8
	З використанням ЗФВС	2,8	1,8	2,99	21,6	2,92
Комплексно-легований лігатур	Без використання ЗФВС	2,70	1,4	2,04	20,4	2,66
	З використанням ЗФВС	2,9	2,12	3,06	24,2	3,80

Джерело: розроблено авторами

На рис.1 и 2 представлені хімічні склади наплавленого металу, отриманого при напавленні з використанням порошкових стрічок з осердям із механічної суміші компонентів та комплексно-легованого сплаву із застосуванням ЗФВС.

Результати експериментів свідчать про зниження окислення легуючих елементів в процесі наплавлення.

При напавленні зносостійких сплавів можливо зменшити окисні процеси, але необхідно проводити вибір сорбентів, які можуть максимально абсорбувати шкідливі виділення.

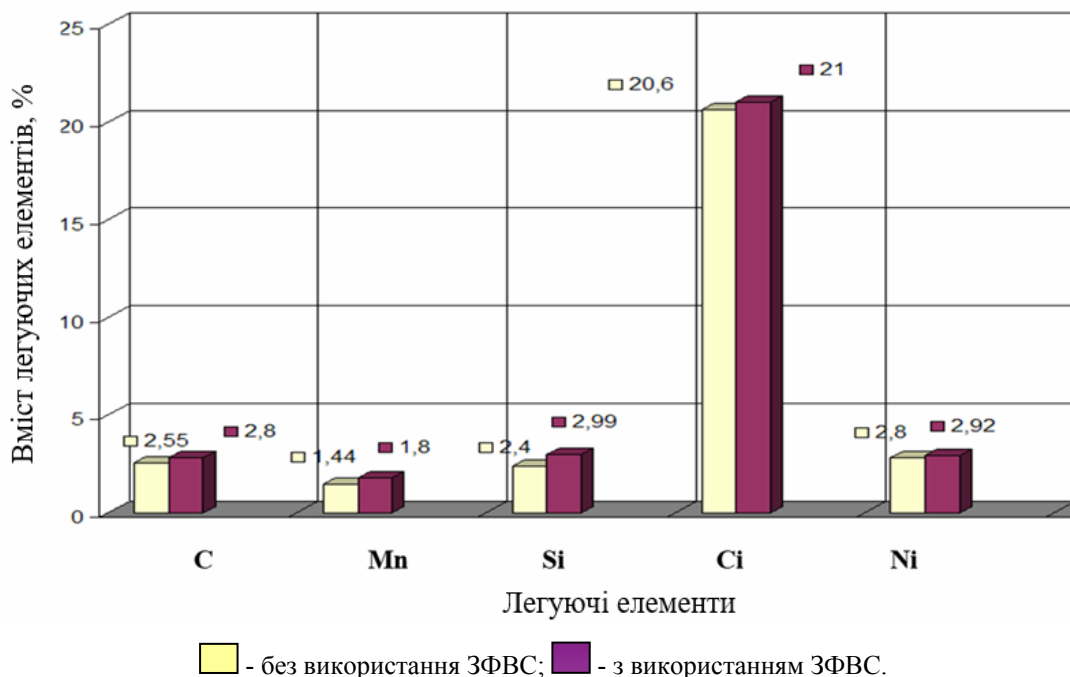


Рисунок 1 – Хімічний склад наплавленого металу при наплавленні порошковою стрічкою, що містить в складі осердя механічну суміш компонентів

Джерело: розроблено авторами

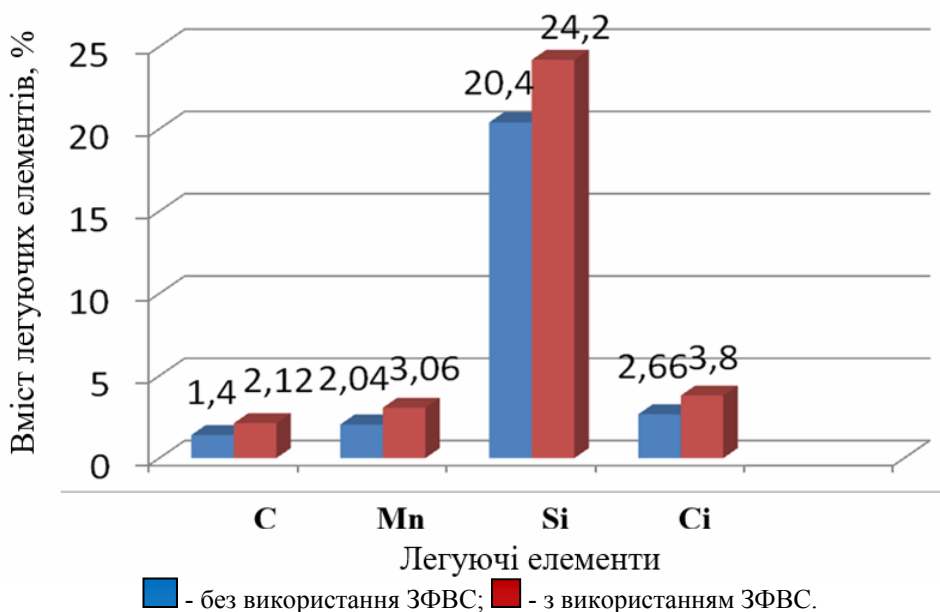


Рисунок 2 – Хімічний склад наплавленого металу при наплавленні порошковою стрічкою, що містить в складі осердя комплексно-легований сплав

Джерело: розроблено авторами

## Висновки.

1. Використання ЗФВС в зоні горіння дуги знижують вміст кисню і утворення оксидів, при використанні відповідного сорбенту, що сприяє збереженню легуючих елементів в наплавленому металі.

2. Для зниження протікання окислювальних процесів при наплавленні високолегованих зносостійких сплавів типу сормайт із застосуванням ЗФВС в якості сорбенту рекомендується використовувати жісмондін.

## Список літератури

1. Сафронов И.И. Основы рационального легирования сплавов. Кишинев: Штиинца, 1991. 278 с.
2. Лившиц Л.С., Гринберг Н.А., Куркумелли Э.Г. Основы легирования наплавленного металла. Москва: Машиностроение, 1969. 188 с.
3. Чигарёв В.В., Левченко О.Г. Санитарно-гигиеническая оценка наплавочных порошковых лент. *Сварочное производство*. 2004. №12. С. 35-37.
4. Логвинов Ю.В. Замкнутая фильтровентиляционная система по нейтрализации и локализации сварочного аэрозоля при наплавке. *Наука та виробництво: міжвуз. темат. зб. наук. пр. Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ»*. 2018. Вип. 19. С.32-35.
5. Брека Д. Цеолитовые молекулярные сито. Москва: Мир, 1980. Т.1. 504с.

## Reference

1. Safronov, I.I. (1991). *Osnovy racional'nogo legirovanija splavov [Fundamentals of rational alloying of alloys]*. Kishinev: Shtiinca [in Russian].
2. Livshic, L.S., Grinberg N.A. & Kurkumelli, Je.G. (1969). *Osnovy legirovanija naplavlennogo metalla [Fundamentals of alloying of deposited metal]*. Moscow: Mashinostroenie [in Russian].
3. Chigarjov, V.V. & Levchenko, O.G.(2004). Sanitarno-gigienicheskaia ocenka naplavocnyh poroshkovykh lent [Sanitary-hygienic assessment of surfacing flux-cored tapes]. *Svarochnoe proizvodstvo – Welding production, 12, 35-37* [in Russian].
4. Logvinov, Ju.V. (2018). Zamknutaja fil'troventiljacionnaja sistema po nejtralizacii i lokalizacii svarocnogo ajerozolja pri naplavke [Closed filtering system for neutralization and localization of welding aerosol during surfacing]. *Nauka ta virobnictvo: mizhvuz. temat. zb. nauk. pr. Mariupol': DVNZ «PDTU» – Science and technology: mizhvuz. Topics. Zb. Sciences. Pr. Vol. 19, 32-35* [in Russian].
5. Breka, D. (1980). *Ceolitovye molekularnyye sito [Zeolite molecular sieve]*. (Vol.1). Moscow: Mir [in Russian].

**Valeriy Chigarev**, Prof., DSc.

*State Higher Educational Institution 'Priazovsky State Technical University', Mariupol, Ukraine*

**Yuriy Logvinov**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.

*Mariupol Institute PJSC 'Interregional Academy of Personnel Management', Mariupol, Ukraine*

**Alexandr Belik**, Assoc. Prof., DSc.

*State Higher Educational Institution 'Priazovsky State Technical University', Mariupol, Ukraine*

### **Reduction of Oxides Formation During Surfacing of Wear-resistant Alloys**

The article deals with the issues of reducing the content of harmful substances when surfacing alloyed wear-resistant alloys. Studies have been carried out to determine the possibility of reducing the formation of oxides during surfacing of high-alloy wear-resistant alloys of the sormite type using a closed filter-ventilation system, which ensures minimal losses of alloying elements during the formation of the deposited layer. The loss of alloying elements during surfacing is influenced by a number of metallurgical and technological factors, including the share of the base metal in the deposited, surfacing modes, oxidation processes during melting of the electrode material and in the melt of the weld pool when interacting with the surrounding gas environment.

To reduce the oxygen content in the gas-air mixture formed during the surfacing process, special absorbent substances are used in a closed filtering and ventilation system, which reduce the course of oxidative processes with the formation of oxides of alloying elements. At the same time, the gas-air mixture is taken from the zone of arc burning and the weld pool, filtered through a system of special filters, in which solid and gaseous components of the welding aerosol are removed, after which the purified gas mixture is used as gas protection during surfacing.

We used powder tapes containing a mechanical mixture of powder components and a complex-alloyed alloy in the core. A complex-alloyed alloy, an alloy previously melted in an induction furnace, containing the necessary alloying elements. Particles of the required sizes were obtained by hydrogranulation, which were then introduced into the core of a flux-cored tape. The indicated flux-cored strips provided the same chemical composition of one alloying system in the deposited layer. After surfacing, the chemical composition of the deposited metal was determined for the content of carbon, manganese, silicon, nickel. The use of a closed filtering and ventilation system makes it possible to reduce the formation of oxides of alloying elements, which requires the determination of specific parameters for each surfacing process.

**electrode materials, surfacing, alloying elements, welding aerosols, oxidation processes, closed filter ventilation system, deposited metal**

*Одержано (Received) 06.10.2020*

*Прорецензовано (Reviewed) 14.10.2020  
Прийнято до друку (Approved) 19.10.2020*