

## БАГАТОШАРОВЕ НАПЛАВЛЕННЯ АБРАЗИВОСТІЙКОГО ТИТАНОАЗОТОВМІСНОГО БІЛОГО ЧАВУНУ

*С.В. Марченко, канд. техн. наук, ст. викладач;*

*А.І. Дегула, канд. техн. наук, асистент;*

*Сумський державний університет, м. Суми*

*Для забезпечення оптимальної технології при багатошаровому наплавленні сплаву E350T4ACG на сталь 20Л визначено вплив швидкості охолодження, що змінюється від розігріву об'єкта наплавлення, на ступінь розбавленості шарів, структуроутворення і властивості наплавленого металу. Поверхневий шар з мартенситу, аустеніту та сполук титану не має високі зносостійкості, що пояснюється зміною об'єму твердих вкраплень і потребує удосконалення технології наплавлення.*

**Ключові слова:** *наплавлений білий чавун, титан, азот, абразивостійкість.*

*Для обеспечения оптимальной технологии при многослойной наплавке сплава E350T4ACG на сталь 20Л определено влияние скорости охлаждения, которая изменяется от разогрева объекта наплавки, на степень разбавленности слоев, структурообразование и свойства наплавленного металла. Поверхностный слой с мартенсита, аустенита и соединений титана не имеет высокую износостойкость, что объясняется изменением объема твердых включений и требует усовершенствования технологии наплавки.*

**Ключевые слова:** *наплавленный белый чугун, титан, азот, абразивостойкость.*

Проблема підвищення надійності та довговічності машин та механізмів є вельми актуальною на цей час. У більшості випадків зношування є головним чинником, що обмежує термін експлуатації обладнання. Для захисту від абразивного зношування за умов відсутності динамічного навантаження найчастіше застосовують сплави на основі заліза зі структурою, що містить зміцнювальну фазу.

Широко застосованими абразивостійкими матеріалами є білі чавуни, які залежно від умов експлуатації легують хромом, нікелем, вольфрамом, бором, рідкоземельними металами тощо. Такі абразивостійкі сплави мають недешеві компоненти, складну технологію отримання [1].

Створення абразивостійкого сплаву шляхом застосування такої технології та компонентів, які разом з ефективністю надання необхідних властивостей матеріалу не призводили б до суттєвого підвищення вартості, є актуальною задачею.

Виконання повного факторного експерименту дозволило отримати абразивостійкий сплав на основі заліза з підвищеним вмістом титану і азоту шляхом електродугового наплавлення порошковим дротом із застосуванням недорогої, поширеної лігатури. Оптимальний сплав E350T4ACG містить 3,53% С, 4,2% Ті, 0,046% N, 1,0% Mn, 1,0% Si і має мартенсито-аустенітну матрицю, зміцнену карбідами, карбонітридами титану. При випробуванні на абразивну зносостійкість за ГОСТ 17367-71 сплав E350T4ACG переважає наплавлений матеріал «Сормайт-1» у 1,4 раза, сплав ЧХ28 в 1,2 раза [2].

Втрата експлуатаційних властивостей деталі загалом супроводжується змінами геометричних розмірів на локальній ділянці. Отримання зносостійкого шару лише на поверхні деталі, що зазнає впливу абразивного середовища, є оптимальним способом захисту виробу. Зважаючи на критерій втрати працездатності деталей при абразивному (гідроабразивному) терті, що загалом обумовлюються зміною геометричних параметрів робочої частини на 2-3 мм, раціональним є

отримання заготовки з конструкційної сталі (наприклад, 20Л) з нанесенням зносостійкого шару такої товщини на робочу поверхню електродуговим наплавленням.

При нанесенні багатошарового наплавлення теплова потужність електричної дуги розігріває об'єкт наплавлення, і це може призводити до суттєвих змін властивостей наплавленого металу. Вирішальне значення, в першу чергу, матимуть параметри температури розігріву від наплавлення, ступеня перемішування та швидкості охолодження наплавленого металу, які тісно пов'язані з вагою, формою об'єкта наплавлення і можуть змінюватися в широких межах [3].

Визначали вплив тришарового електродугового наплавлення сплавом E350T4ACG на структуру та властивості наплавки. Оцінювали розбавленість шарів, швидкість охолодження, структурно-фазовий склад при безперервному напавленні на сталь 20Л (HB165) при зварювальному струмі в 250 А на зворотній полярності.

Для отримання потрібної товщини наплавленого металу використано тришарове покриття та перекривання кожного попереднього валика на 2/3 від ширини. Наплавлення проводилося безперервно, охолодження після наплавлення відбувалося на спокійному повітрі. Висоту наплавки доводили на плоскошліфувальному верстаті до значення  $10 \pm 0,5$  мм. І з середньої частини пластин вирізали зразки для випробування на стійкість до абразивного зношування по закріпленому абразиву (ГОСТ 17367-71), визначення твердості, мікроструктурного аналізу.

Швидкість охолодження отриманого наплавленого металу визначали вимірюванням температури через проміжки часу за допомогою термопар.

Для визначення хімічного складу багатошарового наплавленого металу зішліфовували метал на різну глибину і проводили його аналіз. Також вимірювали макротвердість, проводили металографічне дослідження та випробовували зовнішній шар наплавленого металу на стійкість до абразивного зношування зв'язаним абразивом.

При напавленні на сталь 20Л лише зовнішній третій шар наплавленого металу має хімічний склад, який наближений до базового за винятком титану. На глибину зовнішнього шару до 3 мм матриця структури металу мартенситна із залишковим аустенітом. Матриця структури перехідної зони (товщиною до 1 мм) складається із суміші фериту із цементитом у різних пропорціях (рис. 1).

Зі збільшенням відстані від ділянки оплавлення до наплавленого металу кількість перліту збільшується. Товщина перехідної зони становить 100-150 мкм. На графіку залежності твердості чітко простежується три зони зміни твердості, що відповідає трьом шарам наплавленого металу і свідчить про досить видиму границю між ними. Максимальна твердість у наплавленому сплаві HRC 59 на глибину до 2 мм від поверхні. Максимальна швидкість охолодження становить  $4,2$  °C/с. Швидкість охолодження в інтервалі температур близько критичної ( $650-550$  °C) знаходиться в межах  $1,1$  °C/с.

Тверді вкраплення в металі, наплавленому в мідний кокіль (швидкість охолодження в інтервалі  $650-50$  °C становила  $4,5$  °C/с) і в зовнішньому шарі наплавки на сталь 20Л ( $1,1$  °C/с при  $650-550$  °C) суттєво відрізняються – рис. 2. Збільшення швидкості охолодження в 4 рази негативно вплинуло, в першу чергу, на об'єм колоній твердих вкраплень, що зменшився на 20%. Зважаючи також на занижений вміст титану в зовнішньому шарі, передбачувані є і стійкість до абразивного зношування тришарової наплавки з E350T4ACG, що зменшилася на 15%.

Сплав E350T4ACG при тришаровому напавленні на сталь 20Л без додаткових технологічних заходів не досягає характеристик, отриманих при напавленні в мідний кокіль, що пов'язано зі зміною тепловмісту

наплавки, зменшенням швидкості охолодження, розбавленістю навіть поверхневого шару. При незмінній структурі зовнішнього шару – мартенситу із залишковим аустенітом, сполуками титану – зменшення об'єму карбонітридних вкраплень суттєво знизило зносостійкість.

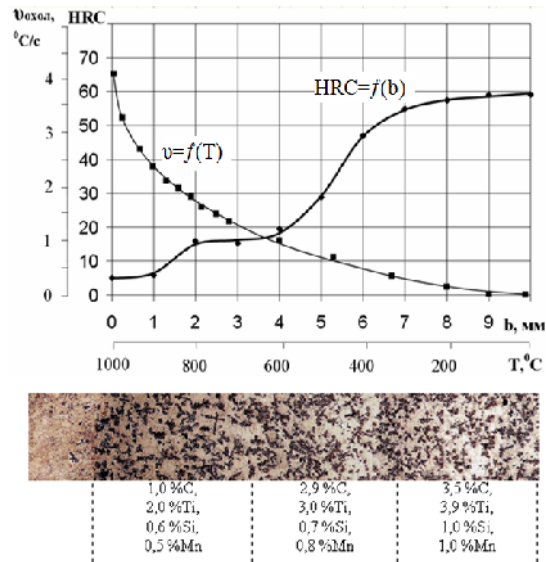


Рисунок 1 - Хімічний склад, твердість та структура наплавленого металу (сталь 20Л-сплав E350T4ACG – 3-шарове наплавлення,  $\times 300$ )

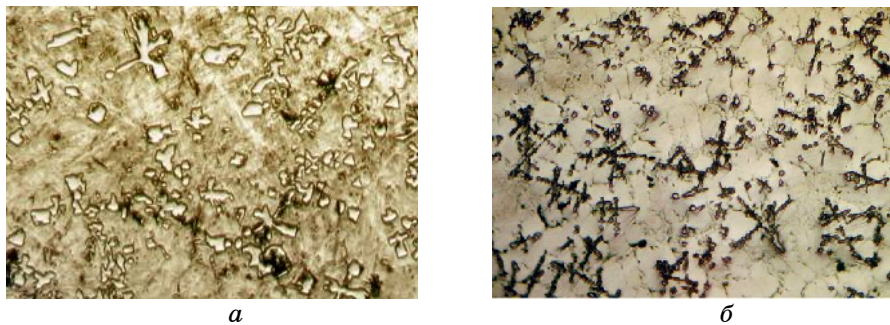


Рисунок 2 - Розташування та форма карбонітридних вкраплень у сплаві E350T4ACG,  $\times 300$ : а – при наплавленні в мідний кокіл; б – на поверхні при тришаровому наплавленні

Для більшості деталей механізмів гірничозбагачувальної галузі, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зношування, величина критичного зносу не перевищує 2-3 мм, тому високі показники наплавлений сплав повинен мати на таку глибину при мінімальній товщині нанесення. Розроблення оптимальної технології наплавлення сплавом E350T4ACG дозволить суттєво підвищити надійність, знизити собівартість механізмів, вузлів та деталей, що сприймають дію абразивного середовища.

## SUMMARY

### MULTILAYER PADDING OF ABRASIVE STABLE TITAN AND NITROGEN-CONTAINING WHITE PIG IRON

**S.V. Marchenko, A.I. Dehula,**  
*Sumy State University, Sumy*

*To provide an optimal technology of multilayer padding of E350T4ACГ alloy on 20Л steel there is defined the influence of cooling speed, which changes, depending on padding object heating, on layer diluting stage, structuring and characteristics of alloyed metal. The top layer of martensite, austenite and titan compound does not obtain high durability, what is explained by capacity of hard spots and needs padding technology improvement.*

**Key words:** padding white pig iron, titan, nitrogen, abrasion-resistant.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Жуков А.А. Износостойкие отливки из комплексно легированных белых чугунов / А.А. Жуков, Г.И. Сильман, М.С. Фрольцов. – М.: Машиностроение, 1984. – 104 с.
2. Пат. 34778 Україна, В23К 35/368, Порошковий дріт для наплавлення/ О.Й. Любіч, С.В. Марченко, О.В. Пустовгар. - заявник та патентотримач Сумський державний університет.- № 99073827; заявл.06.07.1999; опубл.15.02.01; Бюл. №1.
3. Штенников В.С. Расчет доли участия электродного, порошкообразного и основного металла в наплавленном валике / В.С. Штенников // Сварочное производство. – 1986. – №6. – С. 22–26.

*Надійшла до редакції 24 квітня 2011 р.*