

5. Подригало М. А. Взаимодействие осесимметричной и кольцевой спутной струи в процессе газотермического напыления деталей автомобиля / М.А. Подригало, А.С. Полянский, С.А. Лузан [и др.] // XVII Научно-техническая международная конференция «Транспорт, экология – устойчивое развитие». Сборник докладов. – Варна: Технический университет, 2011. – С. 272-279.
6. Резніченко М. К. Нагрівання частинок в гетерофазному струмені при газополум'яному напыленні покриттів / М.К. Резніченко, К.А. Баранов, С.О. Лузан // Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ. – 2011. – Вип. 110. – С. 80-84.
7. Резніченко Н. К. Определение параметров процесса уплотнения покрытий при газотермическом напылении / Н.К. Резніченко, С.А. Лузан, К.А. Баранов // 36. наук. праць. Вип. 20. – Донецьк: Дон ИЗТ УДАЗТ.– 2009. – С. 115-123.
8. Лузан С.О. Концепція відновлювального ремонту засобів транспорту і їх елементів інтегрованими газополумєневими технологіями: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» С.О. Лузан. – Харків, 2013. – 38 с.

УДК 621.793

Глушкова Д.Б., Тарабанова В.П., Белый В.А.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛАЗЕРНОГО НАГРЕВА НА ГЛУБИНУ БОРИРОВАННОГО СЛОЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА

Введение

Одним из способов улучшения эксплуатационных свойств поршневых колец из чугунов, подвергающихся износу, является борирование. Однако применение традиционных способов борирования, связанных с диффузией бора в твердую фазу, приводит к формированию рабочего слоя, обладающего высокой хрупкостью. Поэтому актуальной является проблема разработки другого способа упрочнения поверхности, не приводящего к охрупчиванию. Реализация такого процесса может быть осуществлена с использованием лазерного нагрева с оплавлением поверхностного слоя. Однако использование такого метода может быть предложено производству только после детального изучения взаимосвязи между параметрами проведения процесса и глубиной слоя, а также исследования особенностей структурообразования в специфических условиях лазерного борирования. Свойства изделия, на которое нанесен борированный слой, зависит от глубины последнего.

Поэтому задачей настоящей работы было установление влияния параметров лазерного воздействия на глубину борированного слоя и выявление особенностей формирования структуры таких слоев.

Материал и методика исследования

Материалом исследования был высокопрочный чугун, содержащий $C=3,47\%$, $Si=2,15\%$, $Mn=1,36\%$. После предварительной обработки он имел перлитоферритную структуру (85...90% перлита). Размер шаровидного графита соответствует 3 баллу.

Лазерную обработку осуществляли на непрерывном CO_2 -лазере. При постоянной мощности облучения варьировали скорость перемещения образца в пределах 2...4мм/с. Толщина боросодержащей обмазки была 0,15мм и 0,30мм. Условная расфокусировка ($F_{усл}$) позволяла изменять диаметр пятна облучения от 2 до 4мм. В качестве обмазки использовали смесь аморфного бора с ацетоном и цапон лаком.

Структуру, фазовый состав, глубину борированного слоя изучали методом оптической микроскопии с использованием обычного и окрашивающего травления и рентгеноструктурного анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

С помощью травления 4%-ным раствором азотной кислоты, выявляющим структуру всего слоя, установлено, что изменение структуры металла в результате легирования бором происходит только в зоне оплавления.

Изучение профиля границы зоны оплавления показывает, что более глубокое проплавление металлической матрицы происходит около графитных включений, что сообщает границе волнообразный характер.

На рис. 1 показана зависимость глубины борированного слоя от скорости перемещения образца для двух случаев – при толщине обмазки 0,15 и 0,30 мм (кривая 2 и 1 соответственно).

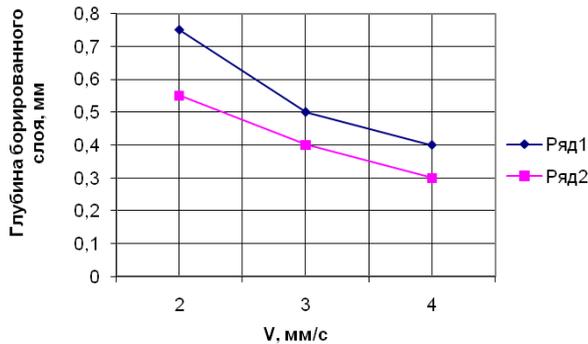


Рис. 1 Зависимость глубины борированного слоя от скорости перемещения образца: 1 – толщина обмазки 0,3 мм; 2 – толщина обмазки 0,15 мм

Из графика следует, что с увеличением скорости перемещения образца глубина борированного слоя уменьшается. Такая зависимость наблюдается как при толщине обмазки 0,15 мм, так и при толщине 0,30 мм. При всех скоростях перемещения образца для использованной боросодержащей обмазки с указанными толщинами большая толщина борированного слоя и ЗТВ отвечает большей толщине обмазки.

На рис. 2 показана гистограмма глубины борированного слоя при толщине обмазки 0,3 мм и скорости перемещения образца 2 мм/с для диаметра пятна 2 и 4 мм, а на рис. 3 – такая же гистограмма в случае скорости перемещения 4 мм/с.

Из представленных гистограмм следует, что варьирование условной расфокусировки, следствием чего является изменение диаметра пятна облучения, приводит к заметному изменению глубины слоя лазерного легирования. Так, уменьшение расфокусировки при прочих

равных условиях, результатом чего есть уменьшение диаметра пятна, вызывает понижение глубины лазерного облучения.

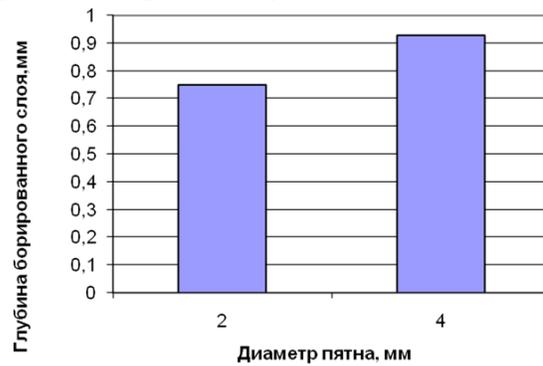


Рис. 2 - Гистограмма глубины борированного слоя при толщине обмазки 0,3 мм и скорости перемещения образца 2 мм/с для разного диаметра пятна

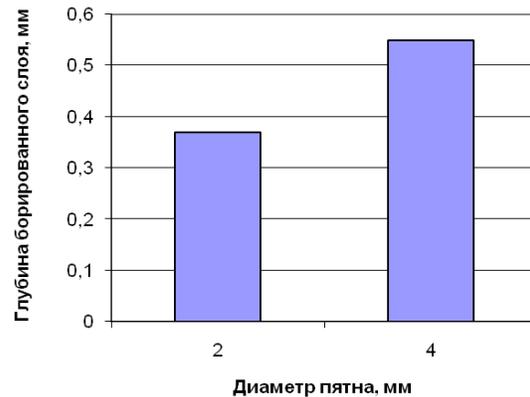


Рис. 3 - Гистограмма глубины борированного слоя при толщине обмазки 0,3 мм и скорости перемещения образца 4 мм/с для разного диаметра пятна

Можно предположить, что полученный эффект обусловлен существенным ростом температуры поверхности, вызвавшим интенсивное испарение слоя обмазки и увеличением затраты энергии на испарение.

Рентгеноструктурный анализ показал, что борированный слой в высокопрочном чугуна содержит такие фазы, как FeB, Fe₂B, α-фазу, бороцементит Fe₃(B,C).

Сопоставление данных микроскопического и рентгеноструктурного анализов с диаграммами состояния Fe-B и Fe-Fe₂B-Fe₃C позволило установить, что эти фазы при кристаллизации расплава могут образовывать по всему объему оплавленного слоя различные

структурные составляющие: смесь периктктического типа ($\text{FeB}+\text{Fe}_2\text{B}$), заэвтктические, эвтктические и доэвтктические структуры.

Дифференциация фаз в различных структурах проведена способом окрашивающего травления, анализом формы первичных кристаллов.

Избыточная α -фаза образуется из первичных кристаллов γ -фазы по мартенситному механизму. Бороцементит $\text{Fe}_3(\text{B},\text{C})$ и бориды FeB , Fe_2B различаются металлографически – формой избыточных кристаллов и поведением при окрашивающем травлении.

Первичные кристаллы бороцементита представляют пластинчатые образования – плоские дендриты, которые в сечениях, перпендикулярных поверхностям, выявляются в виде тонких полосок.

В соответствии с тройной диаграммой бороцементит может образовываться не только непосредственной кристаллизацией из жидкого раствора, но также и в результате перитктического превращения [2].

Структурно-свободные кристаллы боридов Fe_2B наблюдаются в виде стерженьковых кристаллов, имеющих в поперечном сечении форму квадратов, ромбов, треугольников, т.е. всех возможных сечений тетрагональной призмы.

Эвтктические составляющие структур в борированном слое характеризуются определенным разнообразием строения и дисперсности.

Эвтктика в разных слоях и в пределах одного слоя отличается как разной дисперсностью, так и различным количественным соотношением между фазами.

Сравнение структур слоев с сопоставимыми глубинами иллюстрирует влияние толщины обмазки на структуру. Например, трехзонный слой с преобладанием эвтктической и доэвтктической структур может стать двухзонным с заэвтктической и эвтктической зонами и с преобладанием первой при изменении толщин обмазки от 0,3 до 0,15 мм.

С увеличением скорости облучения при прочих равных условиях обработки уменьшается глубина слоя, т.е. уменьшается объем

ванны расплавленного металла, а, следовательно, увеличивается количество растворенного в ней бора. Данные рентгеноструктурного и микроскопического анализов фиксируют изменением состава слоя. Рентгенографически это проявляется в увеличении интенсивности линий бороцементита с ростом скорости облучения, а микроструктурно – в увеличении доли высокобористых структур.

Выводы

1. Установлено, что при проведении лазерного борирования с увеличением скорости перемещения образца глубина борированного слоя уменьшается.

2. Построенные гистограммы глубины борированного слоя свидетельствуют об увеличении последнего с возрастанием диаметра пятна облучения от 2 до 4 мм.

3. Рентгенографически и металлографически выявлены фазы и структурные составляющие борированного слоя.

4. Установлено влияние толщины обмазки на структуру.

5. Рентгеноструктурным и микроструктурным анализом выявлена связь между скоростью облучения и долей высокобористых структур в слое.

6. Результаты исследований могут быть рекомендованы для внедрения их в производство не только поршневых колец, но и других деталей из высокопрочных чугунов, подвергающихся в процессе эксплуатации износу.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Технология конструкционных материалов и материаловедение / И.П. Гладкий, В.И. Мощенок, В.П. Тарабанова, Н.А. Лалазарова, Д.Б. Глушкова. – Харьков: ХНАДУ, 2008. – 464 с.
2. Григорьянц А.Г. Основы лазерной обработки материалов / А.Г. Григорьянц. – Москва: Машиностроение, 2009. – 272 с.
3. Матвеев Ю.И. Повышение долговечности деталей с использованием лазерной обработки / Ю.И. Матвеев. – Новгород, 2003. – 329с.
4. Упрочнение изделий из высокопрочного чугуна / Ю.Н. Дзюба А.П. Любченко, Д.Б. Глушкова, В.П. Тарабанова // Вестник ХНАДУ. – 2003. – С. 72-74.

5. Кудинов В.В. Теория и практика газотермического нанесения покрытий / В.В. Кудинов. – М.: Металлургия, 2000.

6. Антошин Е.В. Нанесение металлических покрытий посредством газотермического напыления / Е.В. Антошин. – М.: Машиностроение, 2002.

7. Катц Н.В. Металлизация распылением / Н.В. Катц. – М.: Машиностроение, 2006.

УДК 641.8

Вамболь С.О.

Національний університет цивільного захисту України

МІЦНІСТЬ І ЖОРСТКІСТЬ НЕКОНТАКТНИХ ФЛАНЦЕВИХ З'ЄДНАНЬ ТРУБОПРОВІДНИХ СИСТЕМ

Вступ.

Сучасні трубопровідні системи використовуються для транспортування токсичних і легкозаймистих рідин та газів. Однією з найбільш розповсюджених причин виникнення техногенних аварій, пожеж в таких системах є розгерметизація фланцевих з'єднань. У зв'язку з цим, до вибору розрахункових схем, які забезпечують жорсткість і міцність фланцевих з'єднань пред'являються підвищені вимоги.

Сучасні розрахунки на жорсткість і міцність неконтактних фланцевих з'єднань базуються на методах, викладених в роботах [1-8]. При розрахунках і проектуванні трубопровідних систем в більшості випадках користуються формулами наведеними в цих працях. Слід зазначити, що основу цих розрахункових методів складають емпіричні залежності, які містять багато коефіцієнтів і умовних параметрів, визначуваних по таблицях або з графіків.

Безпосередньо жорсткість з'єднання визначається кутом повороту фланця що не перевищує допустимого значення. У свою чергу поворот фланців під дією моменту, що вигинає, викликає деформацію згину болтів, що стягують фланці. Таким чином, всі болти з умови осьової симетричності знаходяться під дією подовжньо-поперечного згину.

Мета і завдання. Основною метою запропонованої роботи є отримання аналітичної методики розрахунку неконтактних фланцевих з'єднань, що базується на методах

опору матеріалів і прикладної теорії пружності. На основі аналітичних залежностей визначити найбільш критичний переріз і максимальну напругу згину.

Результати дослідження.

Типова схема фланцевого з'єднання з діючими силами і моментами наведена на рис. 1. Для забезпечення герметизації фланцевого з'єднання ущільнююча прокладка має бути стисла осьовою силою такою, що не перевищує граничне значення N_0 . При цьому фланцеве з'єднання знаходиться під дією деформації осісиметричного згину, викликаного розподіленим по колу радіусу R_B моментом M_B , який визначається за формулою:

$$M_B = \frac{N_0}{2\pi R_B} (R_B - R), \quad (1)$$

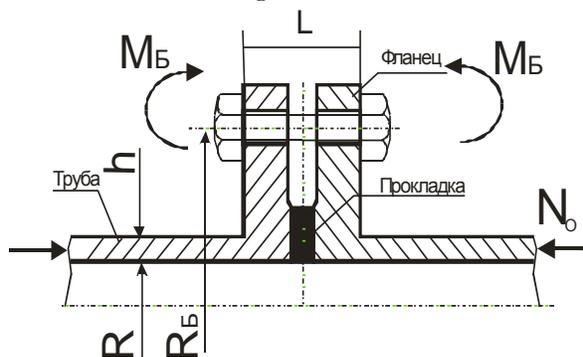


Рис. 1 - Схема неконтактного фланцевого з'єднання

За рахунок деформації труби, кільця (фланця) і стягуючих болтів кільце обернеться на деякий кут φ .