

Abstract

A method of producing magnetized tubular filters and the device for its implementation is developed. Found that magnetized tubular filters retain remanence sufficient to capture the cleaning of medium ferromagnetic and paramagnetic particles.

УДК 621.39

**ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФУЗИОННО-ЛЕГИРОВАННОЙ
ПРОВОЛОКИ ДЛЯ УПРОЧНЕНИЯ НАПЛАВКОЙ
БЫСТРОИЗНАШИВАЮЩИХСЯ ДЕТАЛЕЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

В.Г. Константинов, д.т.н., профессор, В.Г. Дашкевич, к.т.н., доцент
*УО «Белорусский национальный технический университет», г. Минск,
Республика Беларусь*

Разработанные научные основы диффузионного легирования и накопленный экспериментальный материал позволяют получать различного рода недорогие наплавочные сплавы в условиях белорусских предприятий [1-3 и др.]. Отметим основные преимущества использования диффузионного легирования для получения наплавочного сплава в виде порошка или проволоки:

- управление структурой и свойствами наплавленного металла, за счет введения легирующих и модифицирующих структуру элементов;
- повышения технологичности процесса наплавки (обеспечение флюсуемости наплавляемого металла);
- возможность изготовления небольшой партии наплавочного материала прогнозируемого состава и свойств.

Одним из перспективных направлений является применение проволок диффузионно-легированных бором и другими, в основном карбидообразующими элементами (Cr, Mn), которые содержат до 3,8 % масс. бора. В сечении такие проволоки имеют ядро исходной стальной проволоки и диффузионный слой, состоящий из боридной оболочки, преимущественно типа $(\text{Fe, Me})_2\text{B}$, которая сохраняет традиционную игольчатость боридной фазы [4].

На микроструктуре борохромированной проволоки сталь 70 (рис. 1) выявляется двухфазный слой: в наружной зоне фаза $(\text{Fe, Cr})\text{B}$, во внутренней зоне слоя $(\text{Fe, Cr})_2\text{B}$ и перлитная структура ядра. Толщина слоя после обработки в течении 2,5 ч при температуре 1000 °С составляет примерно 100 мкм. Микротвердость оболочки изменяется от 22 ГПа до 13 ГПа, что соответствует микротвердости фаз $(\text{Fe, Cr})\text{B}$ и $(\text{Fe, Cr})_2\text{B}$, соответственно.

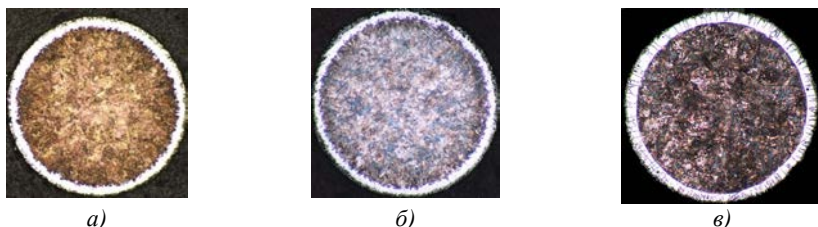


Рисунок 1 - Микроструктуры поверхностно-легированных проволок Сталь 70, $\times 50$:
а) борохромированной; б) боромарганцированной; в) борохромалитированной

Диффузионно-легированная стальная углеродистая проволока на основе доэвтектидных углеродистых сталей (Сталь 60, У7) с толщиной диффузионного слоя после борохромирования около 0,16 мм, при наплавке образует доэвтектическую структуру. Эвтектика имеет перистый вид, микротвердость ее составляет $H_{50}=7600\pm 330$ МПа. Вследствие оттеснения углерода из зон с боридной эвтектикой, углерод образует карбидные (карбоборидные) выделения с микротвердостью $H_{50}=8500\pm 450$ МПа, которые располагаются по объему зерна эвтектоида и имеют глобулярную форму. По структурообразованию наиболее вероятным является образование сначала эвтектики $\gamma\text{-Fe} + (\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{B}$ и первичная кристаллизация, затем вторичная кристаллизация и образование эвтектики состава $\alpha\text{-Fe} + (\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{C} + (\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{B}$. Хром, входящий в состав наплавки не образует специальных карбидов, а полностью растворяется в карбидах цементитного типа $(\text{Fe}, \text{Cr})_3\text{C}$ и в эвтектике состава: перлит+ $(\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{B}$. За счет значительного легирования критическая скорость охлаждения эвтектоида снижается, поэтому при наплавке структура троосто-сорбитная с микротвердостью $H_{50}=3450\pm 450$ МПа. Согласно диаграмме состояния Fe-C-B образование тройной эвтектики Fe-Fe₃C-Fe₂B происходит при 1000 °С для следующих концентраций: 1,5 % масс. С, 2,9 % масс. В, поэтому для протекания эвтектической реакции необходимо значительное количество углерода, диффузия которого требует большего времени чем это реализуется при наплавке.

Процессы, происходящие при наплавке такой проволоки, имеют ряд особенностей. Установлены особенности структурообразования в случае растворения диффузионного слоя при наплавке. Отмечено, что для каждой схемы легирования, фазового состава и структуры интенсивность образования жидкой фазы на границе раздела диффузионный слой – стальная сердцевина различна. Наиболее активно растворение протекает для боромарганцированной диффузионно-легированной проволоки по причине меньшего содержания высокобористой фазы, а также снижения температуры плавления.

Металлографический и фазовый анализ наплавленных слоев при различном времени химико-термической обработки (ХТО) борохромированной проволоки показал, что морфология структуры претерпевает значительные изменения. В покрытиях с увеличением времени ХТО проволоки в порошковых смесях более 2 ч характерно появление участков эвтектики состава: перлит + $(\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{B}$, а затем рост ее объемной доли. Происходит смыкание участков и образование сетки по границам зерен эвтектоида. Сетка образует каркас, в узлах которой, фрагментами наблюдаются выделения боридов $(\text{Fe}, \text{Cr})_2\text{B}$ в форме ромбов и призм (рис. 2). Интегральная микротвердость эвтектики составляет $H_{50}=7800 \pm 1500$ МПа, эвтектоидной матрицы – $H_{50}=2920 \pm 450$ МПа, причем при увеличении длительности обработки микротвердость эвтектоида не изменяется.

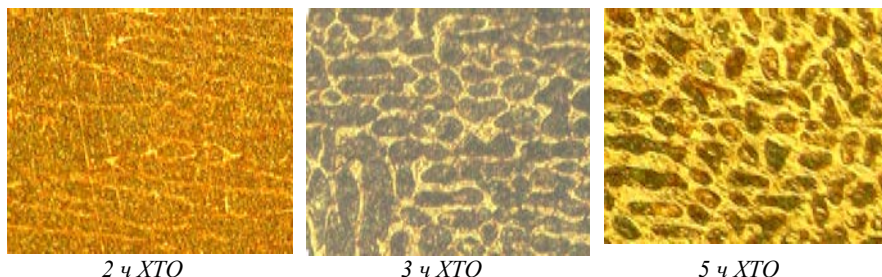


Рисунок 2 - Микроструктуры наплавленных борохромированной проволокой слоев, $\times 500$

Закономерным является существенное повышение износостойкости анализируемых наплавов. Например, покрытия из боромарганцированной проволоки ($\varnothing 1,2$ мм, 5 ч обработки) имеют в 1,2 раза выше износостойкость в условиях трения скольжения, чем сталь 50Г с твердостью 52 – 54 HRC. Отметим, что такое увеличение износостойкости получено при суммарном количестве диффузионно-введенных бора и карбидообразующих элементов не превышающем 4...5% (масс.). Разработанные диффузионно-легированные проволоки различного состава и технологические процессы упрочнения деталей наплавкой внедрены в производство на предприятиях Республики Беларусь, в частности для РУП «Витебкснабмелиоводхоз» это технология восстановления с упрочнением втулки и пальца гусеницы трактора Т-130.

Литература

1. Пантелеенко, Ф.И. Самофлюсующиеся диффузионно-легированные порошки на железной основе и защитные покрытия из них / Ф.И. Пантелеенко. – Мн. : УП «Технопринт», 2001. – 300 с.

2. Константинов, В.М. Диффузионно-легированные сплавы для защитных покрытий: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.01 / В.М. Константинов; ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси». – Мн., 2008. – 46 с.

3. Ситкевич, М.В. Бельский, Е.И. Совмещенные процессы химико-термической обработки с использованием обмазок / М.В. Ситкевич, Е.И. Бельский. – Мн. : Выш. шк., 1987. – 156 с.

4. Дашкевич, В.Г. Поверхностно-легированная стальная проволока для наплавки деталей машин, работающих в условиях абразивного изнашивания / автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.01 / В.Г. Дашкевич; ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси». – Мн., 2009. – 23 с.

УДК 721.785

УПРОЧНЕНИЕ НАРУЖНЫХ И ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ДЕТАЛЕЙ

**Э.Н. Федорович, к.т.н., доцент, В.М. Капцевич, д.т.н., профессор,
В.К. Корнеева, В.Е. Михайловский**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Разработана установка для упрочнения наружных и внутренних поверхностей осесимметричных деталей. Установлено, что многократное перемагничивание приводит к исчезновению игольчатого мартенсита, измельчению структуры в поверхностном слое металла, что обеспечивает упрочнение и увеличивает износостойкость детали.

Под воздействием многократного перемагничивания в сталях происходят структурные превращения, например, в поверхностном слое углеродистых сталей, независимо от характера напряжений (сжимающие или растягивающие), наблюдаются остаточные не исчезающие напряжения сжатия, которые вызывают измельчение структуры в поверхностном слое металла, что обеспечивает упрочнение и увеличивает износостойкость детали.

Упрочнение наружной и внутренней поверхности получают, придавая детали вращение и одновременно поступательное перемещение в упрочняющую зону, где деталь подвергается воздействию двух импульсных магнитных полей, которые создают наружные и внутренние автономные электромагнитные системы. Кроме того, частота вращения детали совпадает с частотой импульсов магнитных полей.