

И. Р. Мухаметзянов

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Набережные Челны
ilnarr116m@gmail.com

Научный руководитель — проф., д-р техн. наук В. И. Астащенко

ДИАГНОСТИКА СТРУКТУРЫ ПЕРЕХОДНОГО СЛОЯ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «СТАЛЬ-ЧУГУН»

Приведены результаты металлографических исследований переходного слоя биметаллической системы «сталь—чугун» на примере толкателя клапана двигателя внутреннего сгорания автомобиля «КамАЗ». Установлено, что при индукционной наплавке чугуна биметаллические изделия системы «сталь—чугун» имеет качественное бездефектное соединение при толщине переходного слоя до 40 мкм.

Ключевые слова: биметалл, микроструктура, переходный слой, сталь, чугун, индукционная наплавка.

I. R. Mukhametzyanov

DIAGNOSTICS OF THE STRUCTURE IN TRANSITION LAYER OF THE BIMETALLIC SYSTEM “STEEL-CAST IRON”

The results of metallographic examinations of the transition layer of the bimetallic system «steel-cast-iron» on the example of the valve tappet of the internal combustion engine of the «KAMAZ» vehicle are given. It has been established that in the induction welding of cast iron bimetallic products of the system «steel-cast iron» have a qualitatively defect-free connection at a thickness of the transition layer up to 40 mkm.

Key words: bimetall, microstructure, transition layer, steel, cast iron, induction welding.

В современном мире важное значение приобретает получение новых материалов со специальными свойствами. Особая роль среди таких материалов принадлежит слоистым металлическим композициям. Эти материалы могут быть изготовлены соединением разнородных металлов в монолитную композицию, сохраняющую надежную связь составляющих при дальнейшей технологической обработке и в условиях эксплуатации. Слоистая металлическая композиция, или слоистый металл, — это материал, состоящий из двух или более слоев разнородных металлов, обладающий новыми качествами, отличными от качеств исходных металлов, например, высокая прочность с корро-

зионной стойкостью, ударная вязкость с износостойкостью, прочность с высокой электро- и теплопроводностью и т. д. Основную часть этих материалов представляют биметаллы — металлические материалы, состоящие из двух слоев разнородных металлов или сплавов (например, сталь и алюминий, сталь и ниобий, алюминий и титан, титан и молибден и др.). Биметаллы применяют для повышения прочности и жаростойкости конструкций, снижения массы изделия, экономии дорогостоящих и дефицитных металлов или как материал со специальными свойствами [1, 2].

Качество биметалла определяется прочностью и сплошностью сцепления слоев биметалла, отсутствием местных, локальных расслоений. Сплошность и прочность сцепления необходимы для беспрепятственного выполнения различных технологических операций: гибки, штамповки, вытяжки в процессе изготовления изделий из биметалла. Прочное сцепление слоев необходимо также в биметаллических изделиях, работающих в условиях повышенных температур. Температурные напряжения могут явиться причиной расслоений, если прочность сцепления недостаточна.

Прочность сцепления слоев биметалла определяется, в первую очередь, граничной зоной. Под граничной зоной понимают саму поверхность контакта и прилегающую к ней область одного и другого металла, а следовательно, важным показателем качества биметалла является сплошность сцепления слоев, отсутствие местных и локальных расслоений [1].

В данной работе представлены результаты металлографических исследований переходного слоя биметаллической системы «сталь — чугун» на примере толкателя клапана двигателя внутреннего сгорания автомобиля «КамАЗ».

Толкатель клапана — элемент механизма газораспределения двигателя внутреннего сгорания (ДВС) автомобиля «КамАЗ», испытывающий при эксплуатации значительные механические и тепловые нагрузки.

Толкатели представляют собой биметаллические изделия, основа которых изготовлена из стали 35 «Селект», а тарелка из отбеленного чугуна (рис. 1). Деталь подвергают химико-термической обработке — оксидированию. Характерными дефектами толкателей являются износ тарелки, раковины на рабочей поверхности и износ стержня [3].

Для наплавки использовали полуфабрикаты (заготовки) $\varnothing 10 \times 48$ мм, весом $28,00 \pm 0,50$ гр., получаемые литьем по выплавляемым моделям из легированного чугуна следующего химического состава, мас. %: углерод — $3,1 \div 3,4$; кремний — $2,20 \div 2,35$; марганец — $0,50 \div 0,65$; хром —

0,8 ÷ 1,0; никель — 0,40 ÷ 0,75; молибден — 0,4 ÷ 0,6; сера — не более 0,1; фосфор — не более 0,2; железо — остальное. Нагрев до температуры плавления чугунных заготовок и наплавку проводили на индукционной установке УНТ-1 в производственных условиях ПАО «КамАЗ». Контроль температуры расплава чугуна перед наплавкой осуществляли переносным пирометром «IRtec Rayomatig» (модель 160 фирмы «Eurotron Instruments S.p.A.» (Италия)) [4].

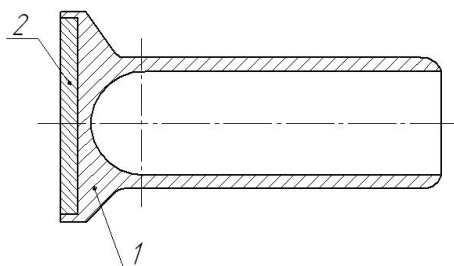


Рис. 1. Общий вид биметаллической детали — толкатель клапана ДВС автомобиля «КамАЗ»:

1 — стальная основа детали (сталь 35 «селект»); 2 — наплавленный слой (износостойкий белый чугун)

Микроструктура толкателей исследовалась на расстоянии $1/2$ радиуса тарелки в плоскости, проходящей через ось перпендикулярно поверхности толкателя при помощи оптического микроскопа МЕИИ МТ 7530. Микроструктура чугуна — наплавленного слоя толкателей состоит из ледебурита, округлых участков мартенсита и аустенита (рис. 2, *а*). Наблюдается выраженная направленность по дендритам. Микроструктура стальной основы детали (сталь 35 «селект») соответствует троостито-сорбитному состоянию (рис. 2, *б*).

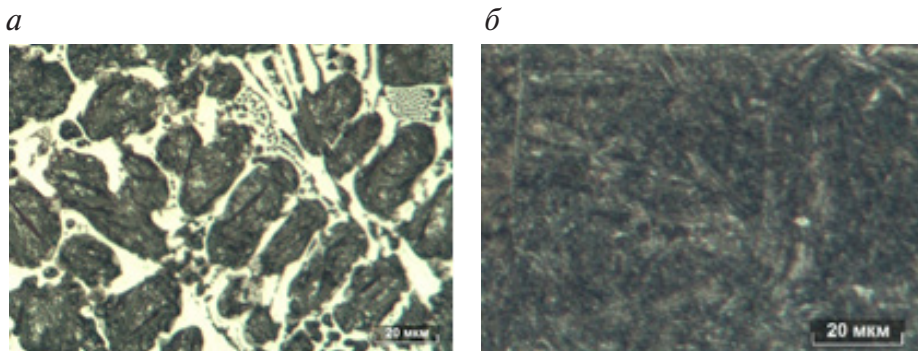


Рис. 2. Микроструктура толкателя клапана ДВС, х 500:

а — металлической основы чугунной наплавленной части толкателя; *б* — стальной основы (сталь 35 «селект») части толкателя

Микроструктуры переходного слоя системы «сталь—чугун» толкателя клапана ДВС представлены на рис. 3. При микроструктурном исследовании партии деталей выявлено наличие переходного слоя толщиной от 24,2 до 30,9 мкм (рис. 4).

В ходе анализа микроструктур получены следующие результаты: микроструктура переходного слоя состоит из мартенсита, аустенита и карбидов; дефектов типа расслоений и нарушения сплошности не выявлено; выявлено наличие карбидов.

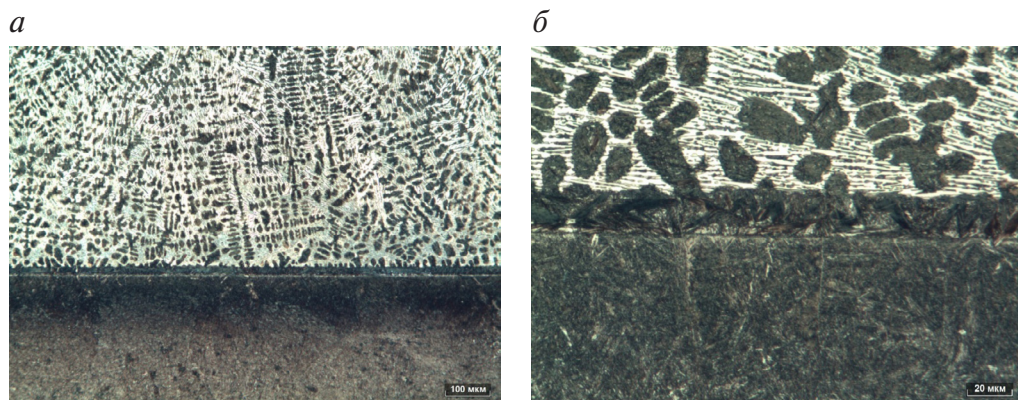


Рис. 3. Микроструктура переходного слоя:
a — $\times 100$, *б* — $\times 500$

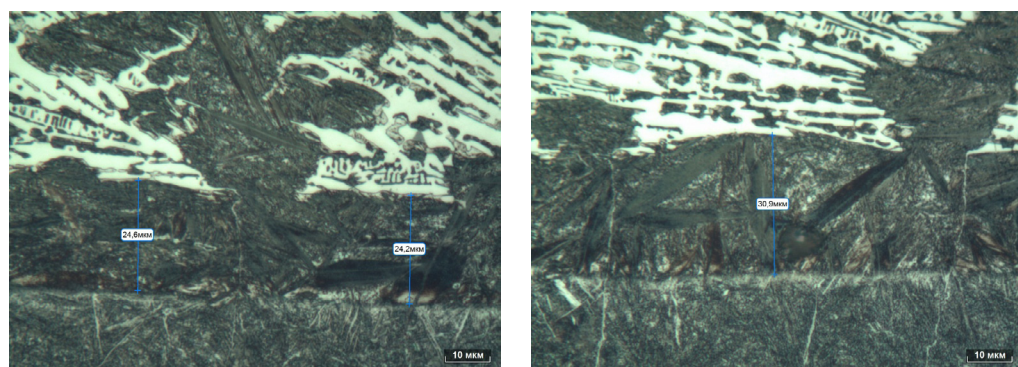


Рис. 4. Микроструктура переходного слоя, $\times 1000$ (карбиды)

Выводы:

1. На примере биметаллической детали — толкателя клапана двигателя внутреннего сгорания автомобиля «КамАЗ» — исследовано структурное состояние зоны сплавления «сталь — чугун».

2. Установлено, что при индукционной наплавке чугуна биметаллические изделия системы «сталь — чугун» имеют качественное бездефектное соединение при толщине переходного слоя до 40 мкм.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Голованенко С. А., Меандров Л. В. Производство биметаллов. М. : Металлургия, 1966. 303 с.
- 2 Производство композитных материалов в машиностроении : учебное пособие / В. Г. Шibaков [и др.] М. : КНОРУС, 2008. 96 с.
- 3 Интернет-ресурс: Дизельные двигатели грузовых автомобилей и тракторов. Запасные части, регулировки и ремонт: URL: http://avtodisel.ru/kamaz_740_blok_cilindrov_i_grm.html (дата обращения: 06.06.2018). Загл. с экрана.
- 4 Прогнозирование свойств наплавляемого чугуна на биметаллических толкателях клапана ДВС/В. И. Астащенко [и др.] // Вестник КГТУ им. А. Н. Туполева. 2017. № 1. С. 51–56.