

СТРУКТУРА И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА 120X14H6Г6МЗТ2Б2

*Лойко П.В., Дудин Я.С., Нгуен Ань Тханг, Прияткин Д.В., Артемьев А.А.
Волгоградский государственный технический университет, г.Волгоград*

Ключевые слова: наплавленный металл, дуговая наплавка, газоабразивное изнашивание, абразив, температура, испытания, склерометрия, твердость, структура.

Аннотация. Исследован структурно-фазовый состав наплавленного дуговым способом сплава типа 120X14H6Г6МЗТ2Б2. Выполнен гранулометрический анализ и расчет объемной доли дисперсных упрочняющих фаз в структуре наплавленного металла. Методом склерометрических испытаний изучены процессы изнашивания сплава в условиях воздействия закрепленного абразива. С использованием разработанной установки для экспресс-испытаний металлов на стойкость к газоабразивному изнашиванию выполнены исследования характера пластической деформации сплава под воздействием высокоскоростных абразивных частиц при повышенной до 600 °С температуре.

STRUCTURE AND WEAR RESISTANCE OF WELDED METAL 120CR14NI6MN6MO3TI2NB2

*Loiko P.V., Dudin Y.S., Nguyen An' Thang, Priyatkin D.V., Artem'ev A.A.
Volgograd State Technical University, Volgograd*

Keywords: deposited metal, arc surfacing, gas-abrasive wear, abrasive, temperature, testing, sclerometry, hardness, structure.

Abstract. The structural-phase composition of the 120Cr14Ni6Mn6Mo3Ti2Nb2 type alloy welded by the arc method has been investigated. Granulometric analysis and calculation of the volume fraction of dispersed hardening phases in the structure of the deposited metal have been performed. The process of wear of the alloy under the influence of a fixed abrasive was studied by the method of sclerometric tests. Using the developed installation for express testing of metals for resistance to gas-abrasive wear, studies of the nature of plastic deformation of the alloy under the influence of high-speed abrasive particles at temperatures elevated to 600 °C were carried out.

Различные детали металлургического, энергетического и другого оборудования работают в сложных условиях газоабразивного изнашивания при нормальных, а также повышенных температурах. К таким изделиям относятся детали и элементы конструкции засыпных устройств доменных печей, струйных мельниц, агломерационных машин, лопатки эксгаустеров, турбин газоперекачивающих агрегатов, трассы пневмотранспорта и т.д. Так, конус засыпного устройства доменной печи при соприкосновении с нагретым колошниковым газом, содержащим мелкие абразивные частицы, интенсивно изнашивается при высокоскоростном ударном воздействии абразива при температуре до 450 °С. Твердые частицы агломерируемой шихты, движущиеся в потоке разогретых газов, обуславливают износ колошниковых решеток вакуум-камер агломерационных машин, а также лопаток и дисков создающих в них разрежение эксгаустеров. Интенсивность изнашивания определяется скоростью, свойствами и формой абразивных частиц, температурой и степенью

запыленности газового потока, физико-механическими свойствами изнашиваемого материала и рядом других факторов [1-2].

Таким образом, возникает необходимость изготовления и ремонта быстроизнашивающихся деталей данного оборудования, которая эффективно решается методами электродуговой наплавки износостойкими сплавами. При этом актуальной задачей является разработка новых типов сплавов и материалов для их наплавки, сочетающих экономное легирование, повышенную стойкость к газоабразивному изнашиванию и высокую технологичность применения.

Цель данной работы – изучение структурно-фазового состава экспериментального типа наплавленного металла 120X14H6Г6МЗТ2В2, а также диагностика его износостойкости методом склерометрии и испытанием на стойкость к газоабразивному изнашиванию при температуре 600 °С.

Электродуговую наплавку сплава производили в среде аргона на постоянном токе обратной полярности на пластины из стали СтЗсп. В качестве электродной использовали экспериментальную порошковую проволоку диаметром 2,8 мм, обеспечивающую следующий химический состав наплавленного металла: 1,1...1,2% С; 13,5...15% Cr; 5,7...6,0% Mn; 6,0...6,2% Ni; 3,0...3,15% Mo; 2,0...2,15% Ti; 2,0...2,1% Nb; остальное Fe.

Выполнены металлографические исследования микрошлифов наплавленного металла методом оптической и электронной микроскопии. Это позволило установить, что легирование сплава 120X14H6Г6МЗТ2В2 углеродом, ниобием, титаном и молибденом способствует формированию комплексных карбидов $(\text{Ti}, \text{Nb}, \text{Mo})_x\text{C}_y$ размером 1...3 мкм, а также карбидов молибдена MoC размером 150...800 нм, которые равномерно распределены в матрице металла на основе аустенитно-карбидной эвтектики (рис. 1). Эвтектические карбиды представлены железо-хромистыми карбидами, в которых растворен молибден.

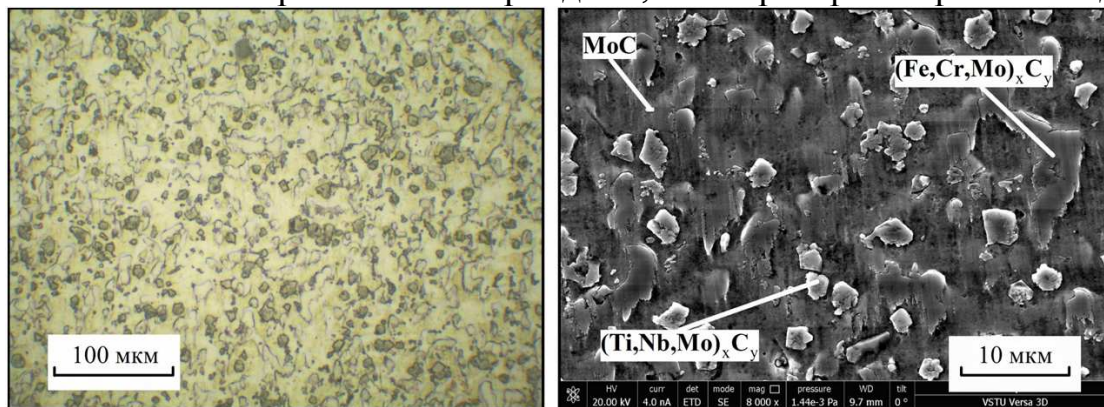


Рис. 1. Структура наплавленного металла 120X14H6Г6МЗТ2В2: оптическое (а) и электронное (б) изображение

Выполненный гранулометрический анализ дисперсных упрочняющих фаз в металле позволил установить, что их средний размер составляет 2,3 мкм при доле в металле 12 об.%. Гистограмма распределения карбидов $(\text{Ti}, \text{Nb}, \text{Mo})_x\text{C}_y$ и MoC по размерам носит экспоненциальный характер с преобладанием наиболее мелких упрочняющих фаз (рис. 2).

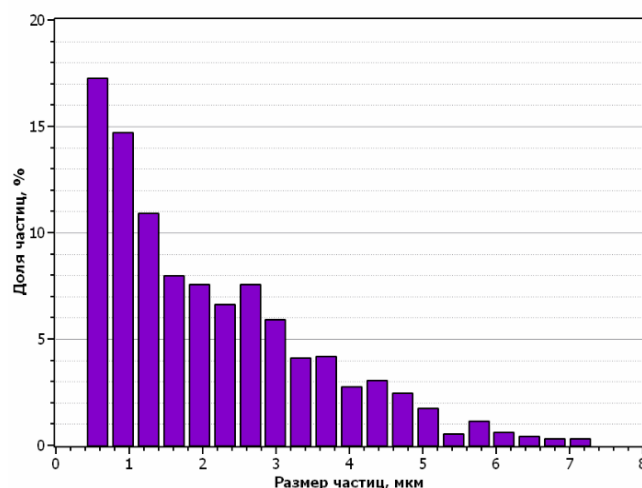


Рис. 2. Гистограмма распределения дисперсных карбидов по размерам

Характер изнашивания металла закрепленным абразивом оценивали методом склерометрии [3] на микротвердомере ПМТ-3 при скрайбировании полированной поверхности микрошлифа алмазным индентором Виккерса под нагрузкой 50 г. На сканирующем атомно-силовом микроскопе Solver Pro был определен рельеф поверхности полученных царапин.

Анализ объемов материала, выдавленного со дна трека и смещенного в бугры по его границам, показал, что они практически равны. Можно предположить, что энергия, передаваемая индентором поверхности, расходуется не на формирование микростружки, а накапливается в пластически деформированных объемах бугров и подповерхностном слое трека. В реальных условиях изнашивания при циклическом воздействии множества абразивных частиц данные объемы металла после исчерпания запаса пластичности могут подвергаться разрушению.

Исследования характера пластической деформации сплава под ударным воздействием высокоскоростных абразивных частиц в условиях газоабразивного изнашивания при температуре 600 °С производили с использованием разработанной установки и методики испытаний [4]. Абразив (кварцевый песок) ускорялся в потоке сжатого воздуха, выходящего из сопла, а нагрев газоабразивного потока производился с помощью струи высокотемпературной аргоно-азотной плазмы. Образец в виде пластины из исследуемого сплава нагревался проходящим через него током.

Выявлено, что интенсивная пластическая деформация наплавленного металла в процессе изнашивания локализуется в очень тонких (2,5...5 мкм) поверхностных слоях материала (рис. 3).

Установлено, что для повышения стойкости сплава к газоабразивному изнашиванию необходимо совершенствовать его химический состав с целью увеличения объемной доли карбидов с наиболее высокими механическими характеристиками.

Исследования выполнены в рамках государственного задания №0637-2020-0006.

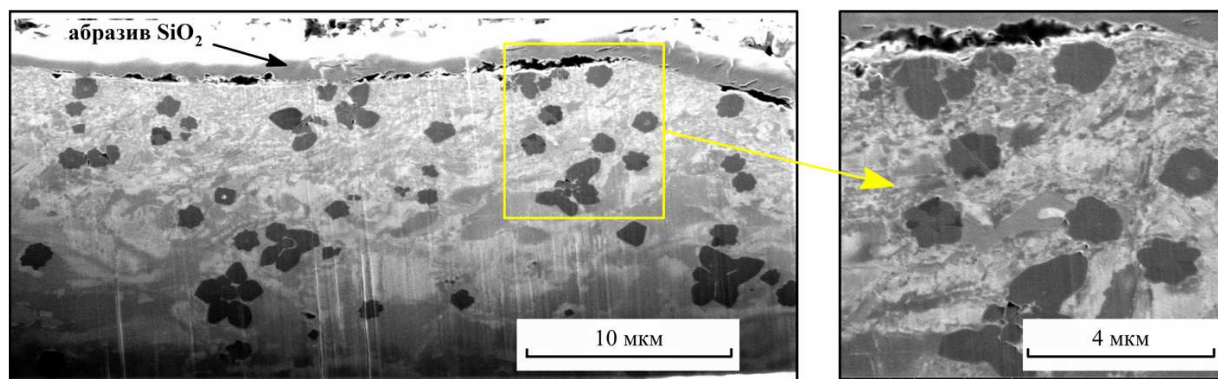


Рис. 3. Сечение поверхностного слоя изношенного образца сплава, полученное ионным травлением

Список литературы

1. Терещенко А.Ф. Исследование струйного износа наплавленного металла / А.Ф. Терещенко, В.П. Шимановский, Ю.А. Юзвенко // Автоматическая сварка. – 1966. – № 11. – С. 32-35.
2. Manish R. Elevated temperature erosive wear of metallic materials // Journal of Physics D: Applied Physics. – 2006. – № 39. – P. 101-124.
3. Диагностика износостойкости наплавленного металла методом склерометрии / Г.Н. Соколов, А.А. Артемьев, И.В. Зорин, В.И. Лысак, В.Б. Литвиненко-Арьков // Сварка и диагностика. – 2012. – № 2 (март-апрель). – С. 34-39.
4. Диагностика наплавленных сплавов на стойкость к высокотемпературному газоабразивному изнашиванию / А.А. Артемьев, И.В. Зорин, Г.Н. Соколов, В.И. Лысак, Д.С. Денисевич, Д.В. Прияткин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета (Вестник ПНИПУ). Машиностроение, материаловедение. – 2019. – Т. 21, № 1. – С. 12-19.

Сведения об авторах:

Лойко Полина Витальевна – студент ВолгГТУ, г. Волгоград;

Дудин Яков Сергеевич – студент ВолгГТУ, г. Волгоград;

Нгуен Ань Тханг – студент ВолгГТУ, г. Волгоград;

Прияткин Дмитрий Вячеславович – аспирант ВолгГТУ, г. Волгоград;

Артемьев Александр Алексеевич – к.т.н., доцент, ВолгГТУ, г. Волгоград.