

УДК 621.791.92

DOI: 10.17223/00213411/64/7/75

Н.Н. МАЛУШИН¹, Д.А. РОМАНОВ¹, А.П. КОВАЛЕВ², Л.П. БАЩЕНКО¹, А.П. СЕМИН¹, В.Е. ГРОМОВ¹

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОТВЕРДОСТИ И СТРУКТУРЫ ПО СЛОЮ ТЕПЛОСТОЙКОГО СПЛАВА ВЫСОКОЙ ТВЕРДОСТИ, СФОРМИРОВАННОГО МНОГОСЛОЙНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКОЙ В СРЕДЕ АЗОТА *

Исследованы распределения микротвердости и структуры по толщине и поверхности наплавленного слоя из теплостойкого сплава типа стали Р2М8Ю, сформированного плазменной наплавкой в защитно-легирующей среде азота. Установлено, что технология наплавки и наплавочный материал позволяют получить качественный наплавленный сплав без трещин, пор, шлаковых включений и дефектов макро- и микроструктуры. Определено, что наплавленный материал представляет собой перлитные зерна, по границам и стыкам зерен располагаются карбонитриды на основе железа, вольфрама, хрома, молибдена, алюминия (Me_6NC и AlN).

Ключевые слова: плазменная наплавка, защитно-легирующая среда азота, теплостойкий металл, распределение, микротвердость, структура, дефекты наплавки и структуры.

Введение

К основным требованиям, предъявляемым к рабочим валкам холодной прокатки, следует отнести высокую и равномерную твердость поверхности бочек (95–102 HSh), плавный переход от закаленного слоя к внутренней области вала, отсутствие металлургических дефектов и дефектов макро- и микроструктуры [1, 2]. Комплекс этих высоких требований относится, преимущественно, к активному слою валков, так как свойства сердцевины вала не оказывают решающего влияния на его эксплуатационные характеристики. Поэтому оптимальным является наплавленный валок, у которого только активный слой выполнен из теплостойких сталей (типа сталей Р18, Р6М5, Р2М8), а сердцевина вала – из высокопрочной конструкционной стали (типа стали 30ХГСА) [3–5]. Предотвращение образования холодных трещин, характерных для наплавки теплостойких сталей, в разработанных способах многослойной наплавки основано на применении эффекта сверхпластичности [6–9].

Изготовление плазменной наплавкой теплостойкими сталями высокой твердости в азотсодержащей среде рабочих валков позволило получить активный слой в закаленном состоянии без трещин, с низким уровнем остаточных напряжений и обеспечить его высокую и достаточно равномерную макротвердость HRC 62–64 после трех-четырёхкратного высокотемпературного отпуска при 560–580 °С [10]. Твердость бочек и шеек рабочих валков холодной прокатки (длина бочки 315 мм, диаметр 100 мм) проверяли при помощи склероскопа Шора. Твердость бочек наплавленных валков на 5–8 единиц HSh выше твердости применяемых на заводе закаленных валков и достигала 100–102 HSh. Разброс по твердости не превышал 2–4 HSh. Наружные и внутренние дефекты наплавки (поры, трещины и шлаковые включения) при визуальном осмотре валков и ультразвуковой и магнитной дефектоскопии не обнаружены. Качество наплавленной поверхности удовлетворительное.

Несмотря на широко развивающиеся методы упрочнения поверхности с использованием различных видов покрытий, например электровзрывного напыления [11, 12], в настоящее время нет данных об однородности структуры и свойств поверхностного слоя теплостойкого сплава высокой твердости, сформированного плазменной наплавкой в защитно-легирующей среде азота и термообработкой в виде высокотемпературного отпуска. Отсутствует ясная физическая картина наблюдаемой неоднородности макро- и микротвердости наплавленного сплава.

В связи с этим цель настоящей работы – определение распределения микротвердости и структуры по толщине и поверхности теплостойкого сплава высокой твердости, сформированного многослойной плазменной наплавкой в среде азота и термообработкой в виде высокотемпературного отпуска.

* Исследования выполнены при финансовой поддержке Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук МД-486.2020.8 и кандидатов наук МК-5585.2021.4, а также при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-08-00044.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>