

## ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу Павлова Александра Александровича «Разработка высокопрочных износостойких и коррозионностойких биметаллических материалов, получаемых с использованием технологии электрошлаковой наплавки», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.01- «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Александр Александрович Павлов выполнил комплекс теоретических и экспериментальных исследований, которые позволили установить закономерности формирования структуры и свойств новых высокопрочных износостойких и коррозионностойких биметаллических материалов, получаемых с использованием технологии электрошлаковой наплавки на различных этапах производственного цикла. На основе установленных закономерностей были разработаны новые биметаллические материалы с высокими технологическими и служебными свойствами для технических устройств и оборудования химической, нефтеперерабатывающей, сельскохозяйственной и ряда других отраслей промышленности.

Использование оригинальных комплексных подходов к исследованию и управлению структурой и свойствами на всех этапах технологии, включая получение исходных составляющих биметаллов до изготовления изделий и оборудования, позволило обеспечить выпуск новых видов биметаллического проката, превосходящих по уровню технологических и служебных свойств существующие аналоги, в том числе зарубежные, и при этом отличающихся экономичностью.

Из принципиально новых научных результатов работы следует особо отметить разработанные автором способы повышения износостойкости плакирующего слоя биметалла путем обеспечения сочетания различных механизмов упрочнения: формирования мартенситной структуры матрицы, повышения ее дисперсности, а также выделения упрочняющих

наноразмерных карбидных избыточных фаз. Проведены детальные исследования эволюции выделений избыточных фаз на всех этапах технологии получения биметаллического проката и готовых изделий из него и определены условия формирования оптимальной наноструктурной составляющей, обеспечивающих наиболее высокую износостойкость. Не менее интересный вывод сделан по результатам исследования влияния химического состава и структурного состояния сталей на диффузионное перераспределение элементов в переходной зоне биметалла. Для биметалла с плакирующим слоем из сталей с преимущественно мартенситной структурой показана возможность торможения диффузионного перераспределения элементов замещения путем повышения температуры нагрева под прокатку. Это связано с повышением доли феррита в стали плакирующего слоя, в то время как сталь основного слоя имеет аустенитную структуру. Торможение диффузионных процессов в таких случаях связано с тем, что они должны сопровождаться фазовым превращением ( $\gamma \rightarrow \gamma + \delta$ ) в переходной зоне биметалла со стороны основного слоя.

Результаты работы имеют большое прикладное значение. Так по разработанным технологическим рекомендациям в ПАО «Северсталь» было освоено производство качественно новых износостойких биметаллов, с реализацией дополнительного легирования плакирующего слоя в процессе наплавки сталей марок ШХ15, 9ХС и 9Х1. Из полученного проката были изготовлены рабочие органы почвообрабатывающих машин. Износные натурные испытания деталей в сезон сельскохозяйственных работ после переработки 10 га показали превышение ресурса эксплуатации в 2,3-3,3 раза по сравнению с серийно выпускаемыми деталями. Всего по разработанным рекомендациям выпущено более 3000 тонн высокопрочного износостойкого и коррозионностойкого биметаллического проката толщиной 3-70 мм для сельскохозяйственной, горнодобывающей техники, нефтегазохимического машиностроения и других отраслей промышленности.



При решении поставленных задач Павлов А.А. проявляет трудолюбие, профессионализм, настойчивость в достижении глубокого понимания процессов, происходящих в металле, логическое мышление, умение работать с литературой. Такое сочетание качеств позволило успешно решить поставленные задачи.

Все научные результаты, представленные в диссертационной работе, а также положения, выносимые на защиту, получены А.А. Павловым самостоятельно и изложены в публикациях соискателя. Результаты работы обсуждены на 13 конференциях, в том числе международных, в 53-х публикациях, из них в 1-й монографии, 26 работах в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, а также в 12 других публикациях. По результатам работы получено 14 патентов.

Считаю, что по актуальности темы, научной новизне и практической значимости полученных результатов работа соответствует требованиям ВАК РФ (удовлетворяет пункту 9 Положения о присуждении ученых степеней) к докторским диссертациям по специальности 05.16.01 – металловедение и термическая обработка металлов и сплавов, а ее автор Александр Александрович Павлов заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.01 Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Научный консультант

Доктор технических наук,

старший научный сотрудник

ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П.Бардина»

105005, Москва, ул. Радио 23/9, стр. 2, тел. (495) 777-93-33, igrodi@mail.ru

*Родионова*

И.Г. Родионова

*06.09.18 г.*

Подпись И.Г. Родионовой заверяю

Ученый секретарь ФГУП ЦНИИЧермет им. И.П.Бардина

кандидат технических наук

*Москвина*



Т.П. Москвина