

УДК 621.791

Способы повышения твердости и коррозионной стойкости металла, наплавленного на зубья ковша

Орлик Антон Геннадьевич

a.g.orlik@yandex.ru

Орлик Геннадий Владимирович

g.v.orlik@yandex.ru

Иванов Евгений Иванович

ivanovei01@mail.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Представлены результаты исследований микроструктуры покрытия, наплавленного на поверхность зубьев ковша. В металле могут образовываться различные структуры, такие как феррит, аустенит, мартенсит, по-разному влияющие на коррозионную стойкость конструкции. Показано, что для повышения прочности наплавленного покрытия количеством феррита необходимо управлять. Одним из способов уменьшения содержания феррита является легирование никелем. Легирование данным материалом позволяет получать в структуре металла метастабильный аустенит, который увеличивает стойкость покрытия к гидроабразивным воздействиям. Другим методом является отпуск при температуре 600–700 °С. Содержание феррита после отпуска уменьшается на 8–10 %, вследствие чего износостойкость покрытия увеличивается.

Ключевые слова: прочность, абразивный износ, наплавка, легирование, долговечность, коррозионная стойкость, износостойкость

В современном машиностроении детали землеройных машин подвергаются значительным нагрузкам и гидроабразивному износу, что приводит к необходимости их восстановления и упрочнения. Объектом данного исследования являются непосредственно рабочие органы ковшей, плунжеров, шнеков, которые играют ключевую роль в обеспечении надежности и долговечности оборудования. В условиях постоянного роста требований к производительности и эффективности машин, актуальность темы восстановления и упрочнения деталей становится особенно значимой.

Восстановление деталей является технически обоснованным и экономическим оправданным мероприятием, поскольку позволяет сокращать время простоя, повышать качество технического обслуживания и положительно влиять на улучшение показателей надежности машин. Существуют различные способы восстановления и упрочнения деталей, основными из которых являются: наплавка, механическая и слесарная обработка, сварка, хромирование и т. д. Среди данных способов наибольший интерес представляет наплавка. На основе анализа данных доля деталей, восстанавливаемых данным методом, достигает 41,4 % [1].

Особое внимание в процессе наплавки отводится к свойствам и микроструктуре полученного слоя. Покрытие должно обеспечивать высокую износостойкость, твердость и прочность детали, по причине использования детали

в агрессивных средах, способствующих интенсивному разрушению. Анализ литературных источников показывает, что существует большое количество работ, которые исследуют способы повышения данных характеристик за счет применения различных механизмов упрочнения поверхностей. В работах Еремина Е.Н., Шевелева Т.А., Филиппова Ю.О., Лосева А.С., Бородихина С.А., Маталасова А.Е. рассматривается исследование структуры и твердости металла, наплавленного на зубья ковша экскаватора [2].

Для изготовления зубчатых пластин ковша используются низколегированные конструкционные стали, такие как 10ХСНД, 09Г2С легированные кремнием, хромом, марганцем, никелем, медью, способствующие защите детали от коррозии.

Суть статьи заключается в исследовании микроструктуры металла, наплавленного проволокой ПП-АНЗ и электродами Т-620. На основе полученных данных, предлагаются методы по повышению прочности и коррозионной стойкости деталей [3].

Для восстановления зубьев рекомендуется ручная дуговая наплавка электродами марки Т-620. Однако производительность данного метода низкая — 1,5 кг наплавленного металла в час. Более приемлемой технологий в данном случае является полуавтоматическая наплавка самозащитной порошковой проволокой ПП-АНЗ. Наплавка на зубья осуществляется в один или два прохода, с режимами: ток 300–340 А, напряжение 32–34 В, скорость подачи проволоки 80 м/час. Микроструктура этих слоев при этом идентична, состоит из карбидных выделений и α -твердого раствора, а также аустенита 10 %, который незначительно снижает прочность [3]. При влажном или сухом трении аустенит полностью превращается в мартенсит деформации, повышая этим прочность изделия. Также характерна структурная неоднородность, за счет самоотпуска образуется ферритно-цементитные структуры, обладающие низким сопротивлением к разрушению. Чтобы снизить влияние феррита, автор предлагает пути решения данной проблемы. Одним из вариантов является легирование наплавленного слоя никелем (4–6 %). Легирование никелем способствует появлению в структуре метастабильного аустенита, которые повышает коррозионную стойкость. Помимо этого, в структуре присутствуют сложнолегированные карбиды типа: $(CrFe)_{23}C_6$, MeC , значительно упрочняющие зубья. В результате твердость по шкале HRC после легирования увеличилась с 64 до 67 [4].

Структура, полученная полуавтоматической наплавкой, значительно отличается от структуры электродами Т-620, формой, размерами и количеством аустенита и феррита. Микроструктура состоит из среднеигльчатого мартенсита 35 %. В структуре также присутствует феррит 19 %. В зоне термического влияния образуется небольшое количество аустенита. При большом содержании феррита (более 15 %) твердость наплавленного слоя уменьшается. Одним из вариантов снижения процентного содержания феррита является отпуск детали после наплавки. Результаты показывают, что распад феррита начинается при температуре 600–700 °С. Содержание феррита уменьшается

8–10 %, вследствие чего износостойкость наплавленного слоя увеличивается. Таким образом, после отпуска твердость металла по шкале HRC составляет HRC 65 [5].

Таким образом, на основе анализа микроструктуры металла, можно сделать выводы о его долговечности. Наплавленный слой может содержать различные включения, такие как феррит, негативно влияющие на прочность и коррозионную стойкость изделия. Снижение коррозионной стойкости значительно уменьшает срок эксплуатации изделия, а значит требует больших капиталовложений. В некоторых случаях целесообразно проводить дополнительные мероприятия по упрочнению наплавленного слоя. Для повышения вышеперечисленных характеристик металла в статье были предложены следующие способы: легирование наплавленного слоя никелем (4–6 %), способствующего повышению сопротивления к коррозионной стойкости. В результате легирования образуется метастабильный аустенит, повышающий прочностные характеристики. Также помимо легирования, был рассмотрен отпуск детали после наплавки при температуре 600–700 °С способствующий распаду аустенита. При большом содержании аустенита в структуре (более 15 %) снижается прочность. В результате данных исследований прочность зубьев экскаватора по шкале HRC достигает 65–67, что является отличным показателем для работы в среде абразивного воздействия.

Литература

- [1] Еремин Е.Н., Шевелева Т.А., Филиппов Ю.О., Лосев А.С., Бородихин С.А., Маталасова А.Е. Исследование структуры и твердости металла, наплавленного на зубья ковша. *Омский научный вестник*, 2015, № 1 (2), с. 30–33.
- [2] Еремин Е.Н., Лосев А.С., Бородихин С.А. Порошковая проволока для наплавки коррозионностойкой и износостойкой стали. *Вестник машиностроения*, 2018, № 7, с. 66–68.
- [3] Максимов А.Б., Гуляев М.В. Поверхностное упрочнение сталей для изделий шахтного оборудования. *Актуальные проблемы в машиностроении*, 2015, № 2, с. 370–374.
- [4] Ковалев А.А., Краско А.С. Влияние параметров газотермического напыления на прочность сцепления функциональных стойких покрытий. *Проблемы машиностроения и надежности машин*, 2021, № 3, с. 31–39.
- [5] Артемьев А.А., Соколов Г.Н., Дубцов Ю.Н., Лысак В.И. Формирование композиционной структуры износостойкого наплавленного металла с боридным упрочнением. *Известия высших учебных заведений. Порошковая металлургия и функциональные покрытия*, 2011, № 2, с. 44–48.

Methods for increasing the hardness and corrosion resistance of metal deposited on the teeth of the bucket.

Orlik A.G. a.g.orlik@yandex.ru

Orlik G.V. g.v.orlik@yandex.ru

Ivanov E.I. ivanovei01@mail.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

The paper considers the results of studies of the microstructure of the coating deposited on the surface of the bucket teeth. Various structures can form in the metal, such as ferrite, austenite, martensite, which affect the corrosion resistance of the structure in different ways. It is shown that to increase the strength of the deposited coating, the amount of ferrite must be controlled. One of the ways to reduce the ferrite content is nickel alloying. Alloying with this material makes it possible to obtain metastable austenite in the metal structure, which increases the resistance of the coating to waterjet effects. Another method is tempering at a temperature of 600–700 °C. The ferrite content decreases by 8–10 % after tempering, as a result, the wear resistance of the coating increases.

Keywords: strength, abrasive wear, surfacing, alloying, durability, corrosion resistance, wear resistance