

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

М.В. Радченко, Ю.О. Шевцов, Т.Б. Радченко

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В статье представлено новое технологическое решение повышения промышленной безопасности энергетических установок путем защиты изнашиваемых элементов сверхзвуковой газопорошковой наплавкой

Ключевые слова. Защитные покрытия, опасные промышленные объекты, сверхзвуковая газопорошковая наплавка

SOLUTIONS OF THE COATINGS CREATION ON DANGEROUS INDUSTRIAL OBJECTS

M.V. Radchenko, Yu.O. Shevtsov, T.B. Radchenko

The Altai state technical university of I.I. Polzunov, Barnaul

The article presents a new technological solution of industrial safety of power plants by increasing the wear protection elements of the supersonic gas-powder surfacing

Keywords. Protective coatings, dangerous industrial objects, supersonic gas-powder cladding

Как известно, многие отрасли промышленности, такие как, например, энергетика, являются энерго- и материалоемкими, а также относятся к т.н. промышленно опасным объектам, подведомственным Ростехнадзору.

Условия эксплуатации деталей различных механизмов и машин зачастую характеризуются высокими механическими и тепловыми нагрузками, а также воздействием различных агрессивных сред. При этом состояние поверхностного слоя деталей машин является важнейшим фактором прочности, надежности и долговечности всего изделия или механизма в целом. Это объясняется тем, что разрушение конструкционного материала начинается обычно с его поверхности, что, в свою очередь, приводит не только к потере необходимой прочности изделия, но и к ухудшению нормальной работоспособности из-за образования различных дефектов поверхности изделия, вследствие абразивного износа, воздействия активных сред и т. д. Проблема прогнозируемого износа рабочих поверхностей особенно актуальна в случаях с различными ответственными конструкциями и сооружениями, такими, как объекты, подведомственные Ростехнадзору [1]. Практическим примером этому является

отрасль теплоэнергетики, где происходит катастрофически опасный износ элементов тепловых, атомных и гидроэлектростанций (как например, Саяно-Шушенская ГЭС).

Таковыми же объектами являются энергетические установки, вырабатывающие тепло с использованием различного вида топлив, работающие под давлением пара более 0,07 МПа и водогрейные котлы с температурой воды выше 115 °С (рисунок 1). Это паровые и водогрейные котлы с т.н. низкотемпературной топкой или котлы с «кипящим слоем», работающие на низкосортных региональных видах топлива. Такого рода котлы способны вырабатывать тепло для малых городов с численностью населения порядка 200 тысяч человек.

Однако, недостатком таких установок является чрезвычайно быстрый износ поверхности труб, вплоть до появления сквозных свищей, что может приводить к катастрофическому разрушению котла (рисунок 2). При этом межремонтный период котлов с незащищенными экранными трубами в зависимости от типа углей (каменный или бурый) составляет 1,5...2,5 месяца. А стоимость ремонта одного котла с заменой комплекта экранных труб составляет порядка 600 тыс. рублей.



Рисунок 1 - Котёл с "кипящим слоем" разработки ОАО "Бийский котельный завод"

Следует отметить, что из практики выполнения сварочных работ известно, что создание защитных покрытий на трубных элементах таких котлов составляет не более 10% от стоимости котла средней мощности при увеличении срока непрерывной эксплуатации в 3-4 раза.

При этом социальные последствия аварийного останова котла, особенно в зимний отопительный сезон, сопряжены не только с экономическими потерями, но и с размораживанием жилых и социальных объектов.

Данные проблемы износа рабочих поверхностей обуславливают необходимость развития различных способов поверхностного упрочнения и их широкое использование, как в машиностроении, так и при ремонте и восстановлении деталей механизмов и машин. Также необходимы новые технологии, материалы, оборудование и четко

сформулированные технические требования, учитывающие характер и величины износа, воздействующие на конкретные детали в эксплуатации.

Использование тех или иных методов поверхностного упрочнения конструкционных материалов позволяет решать многие важнейшие технические задачи, хотя сама разработка и реализация данных технологических методов упрочнения представляет собой довольно сложную проблему, как в производстве, так и в науке. В каждом конкретном случае упрочнения поверхности какой-либо детали требуется детальный подход при выборе того или иного способа упрочнения или нанесения защитных покрытий. Делая заключение о целесообразности внедрения того или иного способа, особое внимание следует обратить на экономические факторы.

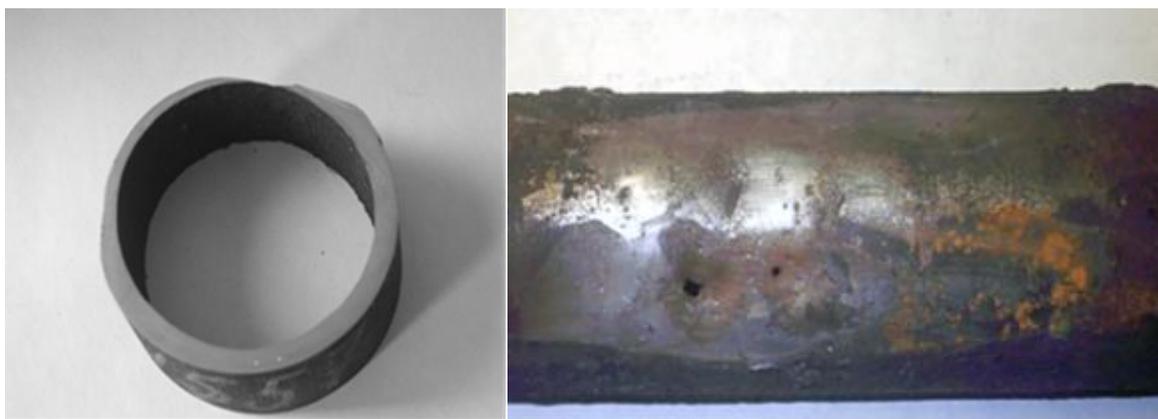


Рисунок 2 - Характерный вид катастрофического изнашивания поверхностей нагрева котлов с «кипящим слоем» через 1,5-2 месяца эксплуатации

Рабочие поверхности деталей котлов с «кипящим слоем» подвергаются высокоскоростному абразивному износу при высоких температурах и окислительному воздействию воздуха. Поэтому для защиты рабочих поверхностей деталей от данных факторов воздействия требуется жаропрочное износостойкое защитное покрытие, надежно изолирующее и защищающее основной металл.

В большинстве случаев эта задача может быть успешно решена применением способов напыления и наплавки как способов поверхностного упрочнения материалов [2-8]. Следует отметить, что использование различных методов поверхностного упрочнения практически всегда экономически выгодно, поскольку позволяет производить детали из более дешевых материалов. При этом относительно дорогостоящие материалы, обеспечивающие требуемые эксплуатационные характеристики, наносятся на поверхности деталей в виде тонкого защитного покрытия. Это не только дает экономии дорогостоящих износостойких сплавов, но и снижает трудоемкость ремонта котлов и позволяет повысить их ресурс в несколько, а нередко и в десятки, раз, что также выгодно. Современные достижения в разработке и совершенствовании оборудования позволили значительно улучшить эксплуатационные свойства наносимых покрытий.

Такой путь представляет значительные резервы экономии сырьевых ресурсов и эффективности использования энергии. Применение технологий улучшения свойств поверхности материалов расширяет перспективу проектирования и производства различного оборудования с более высоким уровнем эксплуатационных показателей,

что, в свою очередь, позволяет сократить потребление энергии и повысить производительность труда в различных отраслях промышленности.

Применительно к деталям и узлам теплоэнергетических установок при ремонте и упрочнении рабочих поверхностей наиболее приемлемыми и экономически выгодными представляются газотермические способы нанесения защитных покрытий, поскольку данные способы наиболее прогрессивны, универсальны и эффективны. При продуманном инженерном выборе конкретного способа газотермического нанесения покрытий защитные покрытия обладают высокими качественными показателями физико-механических свойств и эксплуатационных характеристик, которые требуются от изделия в каждом конкретном случае, например, прочность сцепления покрытия с защищаемой поверхностью, плотность, однородность фазового и химического состава слоя, износостойкость. Исходя из характера внешнего воздействия на защищаемую поверхность, а также в зависимости от технологичности и экономической целесообразности выбирается способ нанесения защитных покрытий.

Наиболее распространенными источниками теплоты для нагрева или расплавления наносимого материала являются газокислородное пламя, электрическая дуга или плазменная дуга.

Известны и другие способы нагрева наносимого материала, например, токами высокой частоты, импульсным разрядом тока высокого напряжения, детонационным горением топливно-кислородной смеси и т. д. Однако эти способы получили менее широкое применение.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Газопорошковая наплавка – один из наиболее простых и эффективных способов, который предполагает подачу наплавочного материала в виде порошкового сплава непосредственно через газокислородное пламя в

место наплавки. Таким образом, можно получить слой наплавки порядка 2 мм. Такой слой, как правило, обладает достаточной твердостью и сохраняет при этом химический состав применяемого материала.



Рисунок 3 – СГП-наплавка зубьев шестерни насоса

Наплавка дает повышение износостойкости обработанных деталей в 2...5 раз, или

позволяет восстанавливать первоначальные размеры деталей. Для осуществления этого способа наплавки применяются только

специальные горелки (тип ГН с дозатором порошка и бункером) [58]. В процессе нанесения наплавки такой горелкой порошок подается через пламя путем нажатия рычага на горелке. Вместе с тем для газовой и дозвуковой газопорошковой наплавки характерны и недостатки: 1) низкая производительность при наплавке массивных деталей, требующих продолжительного предварительного подогрева; 2) необходимость высокой квалификации оператора-наплавщика; 3) низкая концентрация энергии в пятне нагрева, что снижает качество наплавленных защитных покрытий.

Мировой экономический кризис начала 21 века послужил катализатором развития реальных энего- и ресурсосберегающих технологий, в том числе в наиболее широко распространённых отраслях мировой промышленности. В США, в частности, примерно на 10–15 лет опередив эту тенденцию, начали разрабатывать и производить оборудование для сверхзвукового напыления износостойких покрытий [59, 60]. Преимущественно это развивалось для наиболее финансово ёмких и опасных технических объектов, где определяющими являются не сроки окупаемости, а обеспечение промышленной безопасности.

В качестве альтернативы этому способу напыления с целью достижения гарантийного сцепления защитных покрытий с защищаемой поверхностью в России разработаны способ и аппаратура для упрочнения и восстановления рабочих поверхностей деталей машин и конструкций методом сверхзвуковой газопорошковой износостойкой наплавки (СГП-наплавки) [61-63].

Особенностью этого способа наплавки является, также, как и в процессе сверхзвукового напыления, использование сопла Лаваля. Однако его конфигурация, сочетание ряда технологических параметров, включая характеристики сложнелегированных порошковых сплавов, и последовательность реализации процесса позволили в новом процессе сверхзвуковой наплавки впервые в практике использовать порошковые сплавы мелкой фракции 40-100 мкм, выпускаемые в России, т.е. отечественной промышленностью.

Тем самым принципиально была решена задача устранения технологической зависимости способа создания защитных покрытий от импортных материалов [61] и показан новый технологический путь повышения промышленной безопасности энергетических установок.

Список литературы

1. Сидоров, А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А.И. Сидоров. – М.: Машиностроение, 1987. – 192 с.: ил.
2. Газотермическое напыление композиционных порошков / А.Я. Кулик, Ю.С. Борисов, А.С. Мнухин, М.Д. Никитин. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. – 199 с.: ил.
3. Разработка технологической аппаратуры для сверхзвуковой газопорошковой наплавки / М.В. Радченко, Ю.О. Шевцов, Д.А. Нагорный, С.А. Маньковский, Т.Б. Радченко // Обработка металлов. – 2007. - №1.- С. 16-18.