

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОГО ИНСТРУМЕНТА

В. В. Зобнев, С. Г. Иванов, А. М. Гурьев, А. М. Марков,
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Развитие технологий создания новых материалов предъявляет все более жесткие требования как к технологиям их обработки, так и к обрабатываемому инструменту. Учитывая то, что практически весь имеющийся в распоряжении промышленных предприятий инструмент работает в условиях поверхностного износа, для повышения эксплуатационных характеристик и ресурса работы необходимо поверхностное упрочнение. На рынке на сегодняшний день представлено достаточно большое количество различных технологий изготовления и упрочнения инструмента.

Наиболее удобным в этом случае классифицировать эти технологии по типу физико-химического воздействия и его глубине. Согласно этой классификации можно выделить следующие классы технологических основ изготовления износостойкого инструмента:

- объемное и поверхностное легирование;
- нанесение различных покрытий;
- температурная обработка с целью формирования необходимой структуры материала;
- механическая обработка;
- электрическая обработка.

При этом каждый класс содержит различные способы и технологические приемы, позволяющие реализовать тот или иной механизм повышения эксплуатационных свойств и отличающиеся как сложностью реализации, так и экономическими параметрами как самого процесса изготовления, так и себестоимости готового изделия.

Объемное легирование подразумевает создание материала, имеющего сложный химический состав и содержащего большое количество специально вводимых в железо примесей с целью повышения его эксплуатационных свойств: коррозионной стойкости, жаро- и износостойкости, твердости, пластичности и т.д. Учитывая возрастающие потребности в железоуглеродистых сплавах с высо-

кими эксплуатационными свойствами и растущий в связи с этим дефицит легирующих элементов, данный путь повышения эксплуатационных свойств инструмента из железоуглеродистых сплавов надо признать неэффективным с экономической точки зрения.

Более экономичными и предпочтительными как с технологической, так и с экономической точки зрения являются способы поверхностной обработки, не затрагивающие основной материал.

Нанесение покрытий – специальные процессы, позволяющие наплавлять либо напылять на поверхность инструмента различные материалы принципиально иного химического состава. Однако, при наплавке в большинстве случаев впоследствии необходима механическая обработка для придания поверхности упрочненного изделия требуемой геометрической формы. Напыленные же покрытия имеют низкие показатели адгезионной прочности, в результате чего упрочненные напылением изделия не рекомендуется использовать при значительных касательных напряжениях и ударах, так как это может привести к отслаиванию упрочняющего покрытия.

Механическая обработка позволяет получать упрочненные поверхности путем их значительной деформации, в результате чего возрастают показатели твердости и износостойкости. Однако данному способу упрочнения не получится подвергать изделия сложной формы.

Электрическая обработка сочетает механическую обработку в условиях пропуска мощных электрических импульсов через контакт «накатной инструмент – изделие», что приводит к быстрому разогреву пятна контакта вплоть до плавления и в совокупности с деформирующим воздействием инструмента способствует формированию упрочненной поверхности, обладающей более высокими показателями, чем в случае механической обработки.

Термическая обработка – один из древнейших способов повышения эксплуатационных свойств изделий из железоуглеродистых сплавов, основан на упрочнении материалов при помощи полиморфных превращений, испытываемых материалом в ходе нагрева и последующего охлаждения. Однако, в современных условиях улучшения эксплуатационных свойств только лишь с помощью термической обработки явно недостаточно.

В современных условиях наиболее простым и эффективным способом повышения ресурса деталей и рабочих органов машин и инструмента является химико-термическая обработка. Традиционно используются, как правило, лишь два однокомпонентных процесса: цементация и азотирование, однако с точки зрения повышения ресурса наилучшими являются процессы борирования, а также совмещенные процессы борохромирования, боросилицирования, боротитанирования. Комплексные многокомпонентные диффузионные покрытия на основе бора в 3–5 раз превосходят цементированные по износостойкости, в 20–500 раз – по коррозионной стойкости и т.д.

Методы диффузионного насыщения бором совместно с другими элементами позволяет сократить процесс насыщения по сравнению с однокомпонентным насыщением, таким образом снижая трудо- и энергозатраты. Кроме того, для диффузионного многокомпонентного насыщения бором и другими элементами достаточно наличия на предприятии термических печей, способных работать в интервале 900–1000°C. Однако, несмотря на вышеперечисленные преимущества, метод химико-термической обработки все равно значительно проигрывает по длительности методам нанесения покрытий наплавкой и напылением.

Поэтому логичным продолжением метода диффузионного насыщения является насыщение в режиме высокоскоростного нагрева стального изделия с незначительной временной выдержкой в диффузионно-активной среде. В случае скоростного нагрева и последующей непродолжительной выдержки без использования защитной атмосферы, процессы диффузионного насыщения поверхности значительно активизируются. Так, например, в случае скоростного нагрева газовым пламенем, удастся получать диффу-

зионные боридные покрытия толщиной до 115 мкм на стали Ст3 при выдержке 15–30 минут.

Применение газового пламени для нанесения диффузионных покрытий на железоуглеродистые сплавы в массовом производстве сопряжено с некоторыми трудностями: высокой пожаро- и взрывоопасностью, необходимостью хранения значительных объемов газов, низкой экологичностью процесса, обусловленной выбросом значительного количества CO₂, образующегося в результате сгорания горючих газов. Наиболее оптимальным в условиях массового промышленного производства будет замена газопламенной обработки на обработку ТВЧ, лишенную всех вышеперечисленных недостатков.

В случае нагрева поверхности упрочняемого изделия и насыщающей среды ТВЧ, возможно нанесение покрытий как твердофазным способом, когда реализован сугубо диффузионный механизм формирования покрытия, так и с оплавлением поверхности насыщаемого изделия и формирования покрытия из жидкой фазы, что характерно для процессов наплавки. Сформированные таким образом покрытия могут иметь весьма широкий спектр физико-механических и эксплуатационных свойств. Исследования в данном направлении являются перспективными, так как необходимо установление законов изменения температуры на границе контакта «упрочняемое изделие – насыщающая среда» из-за особенностей тепло- и массообмена, накладываемых на условия нагрева ТВЧ диффузионно-активной средой с целью оптимального управления процессом нагрева для реализации того либо иного механизма насыщения. Кроме того, необходима разработка новых составов насыщающих сред, которые бы позволили производить четко заданные процессы насыщения либо наплавки, не допуская их взаимных переходов.

В ходе работы по изучению химико-термической обработки в условиях ТВЧ нагрева разработаны составы насыщающих сред, позволяющие реализовать как процесс твердофазного насыщения бором и хромом, так и процесс наплавки бор-хромовых композиций, как формируемых в процессе наплавки, так и заранее сформированных. Разработанные составы охраняются в режиме «ноу-хау», на технологию нанесения покрытий на

основе бора с применением нагрева ТВЧ подана заявка на выдачу патента на изобретение РФ.

Список литературы:

1. Фазовые превращения и структура комплексных боридных по-крытий Иванов С.Г., Гармаева И.А., Андросов А.П., Зобнев В.В., Гурьев А.М., Марков В.А. Ползуновский вестник. 2012. № 1-1. С. 106-108.

2. Особенности процесса нанесения упрочняющего покрытия из паст при газопламенном нагреве стальных деталей Гурьев А.М., Иванов А.Г., Околович Г.А., Марков В.А. Ползуновский вестник. 2012. № 1-1. С. 69-72.

3. Оценка скорости диффузии бора и хрома при различных режимах диффузионного упрочнения поверхности стали ст3 Иванов С.Г., Гармаева И.А., Гурьев А.М. Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2012. Т. 9. № 2. С. 248-251.

4. Комплексное диффузионное упрочнение тяжело нагруженных деталей машин и инструмента Гурьев М.А., Иванов С.Г., Кошелева Е.А., Иванов А.Г., Грешилов А.Д., Гурьев

А.М., Лыгденов Б.Д., Околович Г.А. Ползуновский вестник. 2010. № 1. С. 114-121.

5. Упрочнение литых сталей поверхностным легированием из борсодержащих обмазок Гурьев М.А., Иванов А.Г., Иванов С.Г., Гурьев А.М. Успехи современного естествознания. 2010. № 3. С. 123-123.

6. Интенсификация процессов поверхностного легирования изделий из железоуглеродистых сплавов Иванов С.Г., Гурьев М.А., Гурьев А.М., Земляков С.А., Иванов А.Г. Современные наукоемкие технологии. 2010. Т. 9. С. 101-102.

7. Повышение эксплуатационных свойств стальных изделий в полевых условиях Гурьев А.М., Иванов А.Г., Марков П.А., Иванов С.Г. Ползуновский альманах. 2010. № 1. С. 205.

8. Повышение износо- и коррозионной стойкости стальных деталей методами комплексного бороникелирования и борвольфрамирания Иванов С.Г., Гурьев М.А., Земляков С.А., Иванов А.Г., Гурьев А.М. Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2010. Т. 7. № 4. С. 108-111.