

УДК 621. 9

Л. Г. Петрова, д.т.н., проф., **В. А. Александров**, к.т.н., доц., **П. Е. Демин**, к.т.н., вед. инженер, Московский автомобильно-дорожный институт

Повышение ресурса работы тяжело нагруженных деталей

В работе рассматривается способ комбинированной обработки – металлоазотирование, заключающееся в иликерной металлизации углеродистых сталей, совмещенной с процессом гидроплазменного азотирования которые позволяют повысить ресурс работы вследствие получения упрочненного слоя, способного обеспечить износостойкость.

Ключевые слова: химико-термическая обработка, металлизация, азотирование, низко-температурная плазма.

L.G. Petrova, V.A. Aleksandrov, P.E. Demin

Increase the Service Life of Heavy-Duty Parts

In this paper, a method of combined treatment - metalloazotirovanie consisting in the slip plating carbon steel, combined with the process of nitriding gidroplazmennogo that will improve the life of the produce due to the hardened layer, capable to provide durability.

Keywords: chemical heat treatment, plating, nitriding, low-temperature plasma.

Развитие промышленности в современных условиях диктует повышенные требования к ресурсу машин и механизмов, что, в свою очередь, требует применения все более дорогостоящих материалов и приводит к усложнению технологий производства и обработки деталей. В этой связи проблема разработки экономичных и высокоэффективных технологий упрочнения изделий из углеродистых сталей для придания им требуемых эксплуатационных свойств имеет несомненную актуальность.

Анализ современного состояния вопроса показывает, что эффективным способом поверхностного упрочнения сталей и сплавов, имеющим перспективы дальнейшего развития, является химико-термическая обработка (ХТО). Многообразие видов и вариантов ХТО дает возможность подбирать оптимальный способ упрочнения, исходя из экономических и эксплуатационных задач. А при совмещении (комбинировании) технологий позволяет получать такие свойства рабочей поверхности деталей, которые невозможно получить при использовании только одного способа ХТО. При разработке эффективных технологий ХТО сталей следует учитывать не только необходимость обеспечения заданных свойств поверхности, но и возможность экономии дорогих и редких легирующих элементов.

Среди многих методов ХТО для упрочнения разнообразных сталей и сплавов можно выделить совмещенные процессы - металлизации с азотированием. Основное преимущество металлоазотирования заключается в возможности получения упрочненного слоя, от которого требуются такие свойства, которые достигаются только лишь с образованием нитридов легирующих элементов. И если есть возможность азотирования детали, изготовленной из высоколегированной стали, то применяя более дешевую сталь из углеродистой стали, можно получить при металлоазотировании высоколегированный проазотированный слой, имеющий аналогичные свойства азотированных высоколегированных сталей, получая при этом мягкий слой в сердцевине. Данные свойства позволяют получать дополнительные упругие характеристики поверхностного слоя, экономя на дорогих легирующих элементах. Поэтому возможно упрочнять целую гамму деталей машин и инструментов, работающих в различных условиях эксплуатации.

Таким образом, актуальной является задача разработки таких комбинированных технологий ХТО, которые обеспечивают заданные эксплуатационные свойства поверхностного слоя изделий, существенное сокращение времени получения диффузионных слоев рабочей толщины и экономию дефицитных металлов путем замены легированных сталей поверхностно упрочненными углеродистыми сталями.

Исследования показали, что строение модифицированного слоя на стали 40 после шликерной металлизации алюминием, совмещенной с азотированием, в присутствии в обмазке графита имеет специфические особенности. На поверхности наблюдается пленка оксида Al_2O_3 толщиной 25 мкм, далее – переходный диффузионный слой толщиной около 70 мкм с повышенной концентрацией алюминия, углерода и азота и выделениями легированной алюминием γ' - фазы, а далее вглубь формируется характерная заэвтектоидная структура с карбидной сеткой по границам зерен, внутри которых видны иглы мартенсита. Общая толщина упрочненного слоя составляет около 150 мкм.

В результате шликерной металлизации углеродистых сталей (W, V, Cr, Co, Ti, Nb, Mo) в гидроэлектrolитной плазме в присутствии графита, и хлористого аммония, как источника азота, происходит комплексное насыщение поверхности изделия металлом, углеродом и азотом с образованием диффузионных слоев сложного фазового состава толщиной от 40 до 90 мкм в зависимости от типа легирующего элемента (главным образом, от его диффузионной подвижности в железе). Диффузионные слои выявляются при травлении микрошлифов и отличаются повышенной микротвердостью по сравнению с сердцевиной образца.

Результаты исследований.

Избежать хрупкости возможно, обеспечив плавное изменение микротвердости по всей толщине слоя. Эксперименты показали, что

получить достаточно высокую твердость, ее плавное изменение по толщине слоя и сохранить антикоррозионные свойства, достигающиеся алитированием, можно путем многокомпонентного насыщения. Такое сочетание свойств реализуется при шликерной металлизации совместно алюминием и титаном.

Титаноалюмоазотированные образцы имеют характерную для исходной стали 40 феррито-перлитную структуру, что говорит о практическом отсутствии диффузии углерода из графитного компонента шликера. Упрочненный слой толщиной 60 мкм имеет пониженную травимось и повышенную твердость (до 7000 МПа), достигающуюся за счет нитридов титана, легированной алюминием γ' -фазы, а также повышенной концентрации легирующих элементов и азота в твердом растворе. Толщина оксидного слоя Al_2O_3 не превышает 10 мкм. Твердость покрытия выше, чем при легировании одним титаном, но ниже, чем алюминием. Но при этом микротвердость слоя имеет равномерное распределение, что предполагает благоприятное распределение внутренних напряжений, способствует снижению хрупкости и повышению износостойкости. Повышению износостойкости способствует также уменьшение шероховатости поверхности по сравнению с алитированным слоем и наличие хлопьевидных образований, обеспечивающих прирабатываемость поверхности при использовании смазочного материала.

Список литературы

1. **Петрова Л.Г., Демин П.Е., Александров В.А., Котенко И.В.** Способ азотирования стальных изделий: пат. 2362831 РФ, МПК С23С 8/38, 1/06 /.; патентообладатель ГОУ ВПО МАДИ.
2. **Словецкий Д. И.** Механизм плазменно - электролитного нагрева металлов / Д. И. Словецкий, С.Д. Терентьев, В. Г. Плеханов // Теплофизика высоких температур, 1986. – Т.24. – №2. – С.353 – 363.
3. **Петрова Л.Г.** Высокотемпературное азотирование аустенитной стали / Л.Г. Петрова, Д.М. Зюзин // Упрочняющие технологии и покрытия. –№3. – 2005. – С.29-36.
4. **Петрова Л.Г.** Регулируемые процессы азотирования коррозионностойких сталей / Л.Г. Петрова, В.А. Александров, Д.М. Зюзин // Вестник МАДИ(ГТУ), вып. 1, –2003, – С. 20-26.
5. **Лахтин Ю.М.** Диффузионные основы процесса азотирования/ Ю.М. Лахтин // Металловедение и термическая обработка металлов. – 1995. – №7. – С.14-17.
6. **Приходько В.М.** Металлофизические основы разработки упрочняющих технологий / В.М. Приходько, Л.Г. Петрова, О.В. Чудина // М.: Машиностроение, 2003. – 384 с.