

# АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ НАСЫЩАЮЩИХ СМЕСЕЙ ПРИ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ИНСТРУМЕНТА И ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТАЛИ

Н. Ю. Малькова, Е. А. Кошелева

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

Химико-термическая обработка (ХТО) – совокупность технологических процессов, приводящих к изменению химического состава, структуры и свойств поверхности изделий из металлов без изменения состава, структуры и свойств сердцевидных зон. ХТО осуществляется с помощью диффузионного насыщения поверхности различными химическими элементами при повышенных температурах. Выбор элемента, либо комплекса элементов для проведения процесса ХТО определяется требуемыми свойствами поверхности детали.

ХТО подвергаются изделия из стали, чугуна, чистых металлов, сплавов на основе никеля, молибдена, вольфрама, кобальта, ниобия, меди, алюминия и др.

Любая химико-термическая обработка позволяет в широких пределах изменять состав, структуру и свойства поверхностного слоя изделий из металла и используется в основном для следующих целей:

1) для упрочнения, повышения износостойкости и усталостной прочности деталей (цементация, нитроцементация, азотирование);

2) в качестве дополнительной обработки, повышающей стойкость инструмента (различные виды газового или жидкостного азотирования, карбонитрации);

3) для придания поверхности изделия особых свойств: окалино- и кислотостойкости, износостойкости (алитирование, хромирование).

Основными методами насыщения, применяемыми при ХТО являются:

а) диффузионное насыщение из порошковых смесей;

б) прямоточный и циркуляционный методы диффузионного насыщения из газовых сред;

в) диффузионное насыщение из расплавов металлов или солей, содержащих диффундирующий элемент;

г) насыщение из паст и суспензий;

д) диффузионное насыщение в вакууме.

Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки. В данной статье, хотелось бы остановиться на использовании насыщения из паст и суспензий (обмазок), т. к. основным достоинством химико-термической обработки с помощью обмазок является возможность осуществления упрочнения рабочих поверхностей изделий практически любой формы и габаритов без использования специального оборудования. Используя различные насыщающие смеси, можно изменять свойства поверхностных слоев изделий из стали, одновременно защищая их от окисления и обезуглероживания. Существенного повышения долговечности изделий из сплавов на основе железа за счет их диффузионного насыщения с помощью обмазок можно ожидать в случаях, когда основными причинами их выхода из строя является: изнашивание, разгар, поверхностное разрушение вследствие контакта с агрессивными средами.

В состав обмазок для проведения ХТО вводят множество компонентов влияющих на тот или иной параметр. Так при борировании за основу насыщающей смеси принимают карбид бора ( $B_4C$ ) в качестве поставщика бора, позволяющего получить поверхностные слои, обладающие высокой твердостью, что способствует повышению износостойкости и теплостойкости изделий, эксплуатируемых в различных условиях: при повышенных температурах, при знакопеременных и ударных нагрузках. Для активизирования процесса насыщения из обмазки используется фторид аммония ( $NH_4F$ ). Мелкодисперсный графит обеспечивает достаточную толщину диффузионных слоев и легкое отделение обмазки после процесса насыщения. Бентонит обеспечивает необходимую жесткость обмазке в процессе насыщения и предотвращает осыпание обмазки в процессе сушки. При борировании кроме вышеперечисленных компонентов вводят феррохром ( $FeCr$ ), являющийся поставщиком хрома для повышения жаростойкости, коррозионной стойкости в

пресной и морской воде, растворах солей и кислот, эрозионной стойкости, при боротитанировании – диборид титана используется для придания стальным изделиям исключительно высокой коррозионной стойкости.

Для обмазок содержащих бентонит, в качестве связующего используется вода. Готовая насыщающая смесь наносится на упрочняемую поверхность кистью. В массовом производстве и при упрочнении крупногабаритной оснастки используется распылитель. Толщина диффузионно-активной обмазки должна быть не менее 4–5 мм. При упрочнении горизонтальных и слабонаклоненных поверхностей вода может быть связующим и в обмазках, не содержащих бентонит. Для упрочнения вертикальных поверхностей в качестве связующего можно использовать некоторые виды лаков. Обмазка наносится кистью в 3–4 слоя. После нанесения каждого слоя производится сушка в течении 10–15 мин.

Анализируя лабораторные исследования, необходимо отметить, что немаловажное значение имеет соотношение компонентов в насыщающей смеси.

К примеру, для диффузионного борохромирования в условиях изотермического и термоциклического изменения температуры насыщения необходимо соблюдать следующие пропорции:

1) При содержании в насыщающей смеси для диффузионного борохромирования феррохрома меньше 15 % от общей массы, идет преимущественно насыщение бором, что приводит к высокой хрупкости диффузионного слоя и, следовательно, к снижению ресурса работы. При содержании в обмазках FeCr больше 25 %, идет преимущественно процесс хромирования, что приводит к образованию более мягких диффузионных слоев, обладающих пониженной твердостью, и, соответственно, низким ресурсом.

2) Содержание в насыщающей смеси карбида бора меньше 50 % приводит к получению диффузионных слоев с малой твердостью и снижению ресурса упрочненных деталей. При содержании В<sub>4</sub>С больше 60 % приводит к преимущественному насыщению бором, к высокой хрупкости получающихся слоев и выходу изделия из строя еще до начала процесса эксплуатации.

3) При содержании в обмазке мелкодисперсного графита в количестве ниже 10 % упрочненные слои получают малой толщины, причем отделение обмазки от поверхности упрочненной детали затруднено. Содержание мелкодисперсного графита больше

15 % от общей массы приводит к сползанию обмазки с упрочняемой детали и, как следствие, отсутствию упрочненного слоя.

4) При содержании в насыщающей смеси бентонита меньше 5 %, возможно осыпание обмазки в процессе сушки, либо сползание ее в процессе насыщения. Содержание бентонита в обмазке больше 7 % дает диффузионные слои малой толщины, что способствует образованию сколов при отделении обмазки из-за ее повышенной адгезии к поверхности детали.

5) При содержании в насыщающей смеси фторида аммония в количестве меньшем 2 % возможно получение диффузионного слоя очень малой толщины, либо полное его отсутствие по причине недостаточной активности смеси. Количество фторида аммония большее 3 % повышает активность смеси и приводит к прогару обмазки, окислению поверхности детали, что снижает стойкость упрочненной детали.

В дальнейшем необходимо осуществить более углубленное изучение компонентов других насыщающих смесей, а также произвести разработку и исследование новых составов насыщающих смесей, и их оптимизацию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурьев, А. М. Новые методы диффузионного термоциклического упрочнения поверхности стальных изделий бором совместно с титаном и хромом / А. М. Гурьев, Б. Д. Лыгденов, С. Г. Иванов, О. А. Власова, И. А. Гармаева, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев // Успехи современного естествознания. - 2007. - № 10. - С. 89-91.
2. Иванов, С. Г. Комплексное насыщение сталей бором и хромом - борохромирование / С. Г. Иванов, А. М. Гурьев, Е. А. Кошелева, О. А. Власова, М. А. Гурьев // Ползуновский альманах. - 2008. - № 3. - С. 53-54.
3. Кошелева, Е. А. Разработка технологии диффузионного упрочнения поверхности сталей бором и хромом / дис... канд. техн. наук / Е. А. Кошелева – Барнаул: АлтГТУ, 2009. – 165 с.
4. Кошелева, Е. А. Технология многокомпонентного диффузионного упрочнения поверхности деталей машин и инструмента для энергетического машиностроения из смесей на основе карбида бора / Е. А. Кошелева, С. Г. Иванов, А. М. Гурьев, Е. А. Нестеренко, М. А. Гурьев, С. А. Земляков, О. А. Власова, А. Г. Иванов // Ползуновский вестник, № 1, 2010. - С. 76-84.
5. Способ упрочнения деталей из штамповых сталей: пат. 2360031 Рос. Федерация: / А. М. Гурьев, С. Г. Иванов, С. А. Земляков, О. А. Власова, Е. А. Кошелева, М. А. Гурьев – № 2007127587/02: заявл. 18.07.2007: опубл. 27.06.2009. Бюл. № 18.