

электробезопасности не на схемно-техническом уровне, а на уровне общих структурных схем. Приводятся общие решения по организации защитного заземления, зануления, выравнивания потенциалов, изоляции нетоковедущих частей, совместном применении отдельных видов защиты с учётом собственного опыта и вклада в разработку защитных устройств. Приводятся сведения по электротравмам в мире, Европе, США, Германии, России.

Несколько примеров. По мировой статистике, на миллион жителей в разных странах приходится от трех до десяти электротравм с летальным исходом в год. Широкое использование электроэнергии в промышленности, сельском хозяйстве и быту увеличивает возможность поражения электротоком. Смертность от поражения электротоком в разных странах колеблется в пределах 9-10%, что в 10-15 раз превышает таковую при других травмах. Ежегодно только в США погибают от электричества 1000-1200 человек, а во всем мире – 250 000 человек. Это относится только к тяжелым травмам, легкие же поражения, без утраты трудоспособности, вообще не учитываются. Поражения электрическим током на производстве составляют 2-2,5% среди других травм, 60% всех электротравм возникает в результате нарушения техники безопасности, 40% являются следствием конструктивных недостатков энергосетей, обслуживания, электроустановок [4].

Наибольшее число электротравм происходит в сельском хозяйстве 31,6%, на строитель-

стве – 24,3%. В агропромышленном комплексе Саратовской области с каждым годом количество травмированных работников повышается: так в 2011 – 5 погибших 8 травмированных, 2012 – 7 погибших 3 травмированных, 2013 – 9 погибших [5].

Существенная особенность: если раньше человек с «электричеством» в широком смысле этого слова сталкивался, в основном, на производстве, то в настоящее время практически каждая квартира «нашипована» в той или иной степени электроприборами, питающимися от стандартных сетей переменного тока, а также разнообразной электроникой, далеко не всегда безопасной для человека, особенно детей. Банально – но факт: технический прогресс, в целом, улучшает среду обитания человека, делает его жизнь более комфортной и долговечной, вместе с тем, травмирует его и лишает жизни. Повторение банальных истин время от времени необходимо, как для человека, так и для среды его обитания.

Список литературы

1. Levinzon S Energy Safety: Problems and Solutions. International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2015. – No. 2. URL www.science-sd.com/461-24848 (13.02.2016).
2. Законодательство в области охраны труда. URL <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/ohrana-truda.html> (11.02.2016).
3. Основы безопасности жизни. URL <http://www.znamensk.astranet.ru/administr/tok.doc> (03.02.2016).
4. Травмы от электричества. URL <http://www.vizdoroveem.ru/elektrichestvo.html> (03.02.2016).
5. Анализ состояния электробезопасности в АПК. URL <http://aeterna-ufa.ru/sbornik/SSiPRTN.pdf> (09.02.2016).

Химические науки

ФОРМИРОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА ПРИ ДИФфуЗИОННОМ НАСЫЩЕНИИ В ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ СОДЕРЖАЩЕЙ ФЕРРОСПЛАВЫ

¹Бутуханов В.А., ^{1,2}Лыгденов Б.Д.,
²Мэй Шунчи, ¹Цыдыпов Б.С.

¹ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», Улан-Удэ,
e-mail: lygdenov59@mail.ru;

²Уханьский текстильный университет, Ухань,
e-mail: 1533876320@qq.com

Выполнена оптимизация составов насыщающих смесей, содержащих ферросплавы по износостойкости при трении скольжения без смазки диффузионных карбидных слоев, полученных на стали У7 методом химико-термической обработки. Математическое моделирование позволило сократить число опытов и определить оптимальный состав двухкомпонентной смеси для обеспечения максимальной износостойкости. Проведены исследования структуры и свойств диффузионных слоев методами металлографического, дюрOMETрического

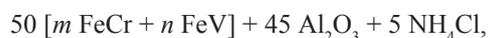
и микрорентгеноспектрального анализов. Показано, что повышение уровня износостойкости обусловлено достижением твердости диффузионного слоя до значения 2500 HV и наличием карбидной фазы VC.

Для повышения износостойкости стальных изделий широкое применение нашли карбидные слои. Оптимизация по твердости и износостойкости процесса диффузионного насыщения высокоуглеродистой стали хромом, ванадием, марганцем на основе порошков оксидов соответствующих металлов выполнялась авторами работ [1, 4-6].

Цель настоящей работы состояла в исследовании структуры и свойств диффузионных слоев после насыщения в смесях с различным соотношением феррохрома и феррованадия.

Химико-термическую обработку осуществляли в контейнерах с плавким затвором при 1000 °С в течение 6 ч в муфельной электропечи.

Насыщающие смеси имели общий состав:



где m и n – соотношения порошков феррохрома и феррованадия. Оксид алюминия предотвра-

щад спекание частиц порошков и прилипание их к поверхности образцов, хлористый аммоний, разлагаясь и взаимодействуя с активными атомами насыщающих элементов, генерировал активную газовую среду.

Оптимизацию составов насыщающих смесей по износостойкости осуществляли методом симплекс-планирования по 5 экспериментальным опытам [2].

Испытания на износостойкость карбидных слоев в условиях трения скольжения без смазки по схеме «диск-плоскость» проводили на машине трения типа Амслера при нагрузке 500 Н и 300 об/мин в течение 30 минут. Показатель относительной износостойкости $K_{и}$ рассчитывали по формуле:

$$K_{и} = \frac{\Delta m_{э}}{\Delta m_{и}},$$

где $\Delta m_{э}$ – потеря массы эталона, мг; $\Delta m_{и}$ – потеря массы образца, мг.

Микроструктуру диффузионных слоев исследовали на оптическом микроскопе «Neophot-21». В связи с толщиной диффузионных слоев, не превышающей 20 мкм, для определения микротвердости изготавливали косые шлифы. Микротвердость определяли на приборе ПМТ-3М при нагрузке 0,5 Н. Рентгеноспектральный анализ проводили в Центре коллективного пользования «Прогресс» на растровом электронном микроскопе JSM-6510 LV JEOL с системой микроанализа INCA Energy 350.

Формирование карбидного слоя происходит вследствие 2-х одновременно протекающих процессов: транспортировки атомов насыщающих элементов к поверхности образца и диффузии атомов углерода из сердцевин к поверхности [3]. Таким образом, под карбидными слоями наблюдаются плохо травящиеся обезуглероженные зоны.

Анализ диаграмм состояния систем Fe-C-Me позволяет сделать вывод о том, что образующиеся переходные зоны представляют собой эвтектид, состоящий из твердого раствора V, Cr в α -железе [7-11]. Микротвердость переходной зоны сразу за границей раздела со слоем на основе карбидов хрома и ванадия составляет 400 HV.

Эксплуатационные свойства карбидных слоев зависят не только от состава, а также от содержания и распределения углерода и легирующих элементов. Данные о распределении элементов по толщине слоев представляют интерес, т.к. позволяют делать выводы о процессах диффузии элементов в слое.

Для всех полученных слоев характерно, что на границе раздела карбидный слой – матрица насыщаемой стали концентрация карбидоо-

бразующего элемента резко снижается, плавно уменьшаясь по толщине переходной зоны.

Выводы

Проведены процессы диффузионного насыщения стали У7 в порошках ферросплавов при их различных соотношениях. С помощью метода симплекс-планирования выявлена область оптимальных составов порошковой среды с соотношением 24 – 25% феррохрома и 75 – 76% феррованадия, ХТО в которой повышает износостойкость при трении скольжения без смазки стали У7 в 22,2 – 22,4 раз по сравнению с состоянием после закалки и низкого отпуска. Установлено, что оптимизированный слой состоит из легированного хромом карбида VC с микротвердостью 2500 HV. Повышение износостойкости в условиях трения скольжения без смазки многокомпонентных карбидных слоев обусловлено преобладанием в диффузионном слое карбидов ванадия с высокой микротвердостью. Снижение уровня микротвердости по сравнению с однокомпонентным насыщением ванадием (2700 HV) оказывает благоприятное воздействие на уровень износостойкости. Это обусловлено тем, что высокотвердая фаза под действием истирающей нагрузки выкрашивается.

Список литературы

1. Шматов А.А., Тенденция развития науки в области упрочнения инструментальных материалов / Шматов А.А., Шоош Л., Зленек К. // Ползуновский альманах. – 2015. – № 2. – С. 5–16.
2. Самсонов Г.В. Физическое материаловедение карбидов / Г.В. Самсонов, Г.Ш. Упадхая, В.С. Нешпор. – Киев: Наук. думка, – 1974. – 456 с.
3. Новик Ф.С. Математические методы планирования экспериментов в металлловедении Ф.С. Новик. – М.: МИСИС, – 1970.
4. Бутуханов В.А. Диффузионные карбидные покрытия на стали У8А / В.А. Бутуханов, Б.Д. Лыгденов // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2016. – № 3 НГТУ. – С. 414–417.
5. Гурьев А.М. Распределение атомов бора и углерода в диффузионном слое после борирования стали 08КП / А.М. Гурьев, Б.Д. Лыгденов, В.И. Мосоров, Б.С. Инхеев // Современные наукоемкие технологии. – 2006. – № 5. – С. 35–36.
6. Лыгденов Б.Д. Термоциклирование. Структура и свойства / Б.Д. Лыгденов, Ю.П. Хараев, А.Д. Грешников, А.М. Гурьев. – Барнаул, – 2014.
7. Гурьев А.М. Интенсификация процессов химико-термической обработки металлов и сплавов / А.М. Гурьев, Б.Д. Лыгденов, О.А. Власова. // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 8. – С. 10.
8. Гурьев М.А. Перспективные методы получения упрочняющих покрытий / М.А. Гурьев, Е.А. Кошелева, А.М. Гурьев, Б.Д. Лыгденов, О. Галаа. – Барнаул, – 2016.
9. Бутуханов В.А. Диффузионное упрочнение штамповой оснастки / В.А. Бутуханов, Б.Д. Лыгденов, Б.Ш. Цыреторов // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2014. – № 1. – С. 459–466.
10. Бутуханов В.А. Структура диффузионного покрытия В-Сr-V / В.А. Бутуханов, Б.Д. Лыгденов, Н.Г. Бильгитков // Ползуновский альманах. – 2013. – № 2. – С. 8–10.
11. Бутуханов В.А. Диффузионное упрочнение сталей в насыщающей среде V+Al+V₂C / В.А. Бутуханов, Н.Г. Суханов, Б.Д. Лыгденов, О. Галаа // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2013. Т. 10. – № 1. – С. 146–148.