

Привлечение метода диаграммных построений в двумерной  $K'_m V'$  - системе координат позволило получить визуализацию регулирования ферментативным поведением о-ДФО льна при возрастании ионной силы раствора, а также рассчитать дополнительные ферментативные характеристики: длины соответствующих векторов и провести конкретизацию каталитических свойств о-ДФО льна при изменении ионной силы раствора: с повышением ионной силы раствора установлено изменение механизма течения ферментативной реакции и её интенсивности.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОГИПОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДНЫХ БЕНЗОТИАЗОЛА

Цублова Е.Г.<sup>1</sup>, Носко Т.Н.<sup>2</sup>, Арбаева М.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Брянская государственная инженерно-технологическая академия, Брянск

<sup>2</sup>ИБХФ им. Н.М. Эмануэля РАН, Москва

<sup>3</sup>Брянская городская поликлиника №4, Брянск

Опыты проводились на белых беспородных мышах-самцах массой 20-24 г.

Для исследования были выбраны амино- и этоксипроизводные бензотиазола под лабораторными шифрами АБТИ, ЭБТИ и ЭАБТИ. Оказываемое действие веществ сравнивали с эталонным препаратом – амтизола сукцинатом. Исследуемые соединения вводились внутривентрально в дозах 0,5-5 мг/кг, препарат сравнения – в дозах 10-50 мг/кг. Противогипоксическую активность химических веществ оценивали на моделях острой гипоксии (гемической, гистотоксической и нормобарической гипоксии и гиперкапнии) в соответствии с Руководством по экспериментальному доклиническому изучению новых фармакологических веществ (под ред. В.П. Фисенко, 2000).

В результате проведенных экспериментов установлено, что на модели острой гемической гипоксии достоверное ( $p < 0,05$ ) увеличение продолжительности жизни лабораторных животных наблюдалось под влиянием соединений с шифром АБТИ-1 (в дозе 1 мг/кг) и ЭАБТИ-А1 (в дозе 0,5 мг/кг). Положительный эффект составил 27 и 9 % соответственно в сравнении с контролем. Препарат сравнения амтизола сукцинат в указанных условиях опыта только в дозе 50 мг/кг значимо увеличивал продолжительность жизни мышей на 28% ( $p < 0,05$ ). В условиях острой гистотоксической гипоксии эффективными оказались соединения ЭБТИ-3 и ЭАБТИ-А1. ЭБТИ-3 в дозе 1 мг/кг увеличивал продолжительность жизни мышей на 13% в сравнении с контролем, ЭАБТИ-А1 в дозе 5мг/кг – на 25%. Амтизола сукцинат в указанных условиях опыта достоверно повышал время жизни мышей в дозе 25 мг/кг на 31% и 50мг/кг на 34%. Среди исследованных соединений в условиях острой нормобарической гипоксической гипоксии и гиперкапнии повышение продолжительности жизни мышей наблюдалось при введении веществ с шифром АБТИ-3 в дозе 0,5 мг/кг и ЭАБТИ-А1 в дозах 0,5 и 5 мг/кг. При этом лабораторные животные жили дольше животных контрольной группы на 15; 33 и 26 %. Положительное действие препарата сравнения амтизола сукцината на этой модели острой гипоксии при введении в дозах 25 и 50 мг/кг составило 17 и 19% соответственно в сравнении с контрольными значениями.

Таким образом, на основании проведенных опытов установлено, что среди исследованных производных бензотиазола наибольший положительный эффект в указанных условиях был отмечен у ЭАБТИ-А1. Величина оказываемого им противогипоксического действия сопоставима, а в некоторых случаях превышает таковую препарата сравнения амтизола сукцината.

#### Технические науки

#### ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Гурьев А.М., Лыгденов Б.Д., Власова О.А.

ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова  
Барнаул, Россия

Изыскание новых возможностей изменения комплекса физико-механических свойств металлов в заданном направлении является актуальной задачей современного металловедения. Решение этой задачи требует совершенствования существующих и создания новых методов обработки металлов. Ее решение в настоящее время связывается с интенсивным распространением

наряду с другими видами термической и химико-термической обработки, термоциклической обработки (ТЦО) – термической обработки в условиях циклических тепловых воздействий.

Высокие требования предъявляются к материалам химической промышленности, где детали технологического оборудования должны обладать высокой износо- и коррозионной стойкостью. Нарушения в работе технологического оборудования, обусловленные коррозионным износом деталей, ограничивают длительность нормальной эксплуатации оборудования. Затраты на ремонт, переналадку его, изготовление новых деталей и узлов составляет одну из крупных статей расхода народнохозяйственного бюджета страны.

Для работы в сложных условиях эксплуатации применяются коррозионно-стойкие стали. Их производство и номенклатура постоянно увеличивается. Однако существующие стали не отвечают в полной мере возрастающим требованиям производства. Кроме того, коррозионно-стойкие стали являются высоколегированными, поэтому их использование должно быть экономически оправдано. В связи с этим большое внимание уделяется повышению служебных характеристик высоколегированных сталей. Но улучшение антикоррозионных свойств сталей связано с использованием дорогостоящих способов производства этих сталей. Поэтому экономически оправдана замена высоколегированных сталей на стали обыкновенного качества, подвергнутые химико-термической обработке.

Методы улучшения эксплуатационных свойств за счет объемного легирования сталей дает возможность получать стали с заданными свойствами. Однако, объемное легирование, как правило, хотя и позволяет в значительной степени повысить эксплуатационные свойства, является не экономичным, а во многих случаях неосуществимым из-за почти полной потери сталями таких свойств, как пластичность и вязкость. Поэтому в последнее время все большее внимание уделяется методам поверхностного упрочнения сталей.

К методам поверхностного упрочнения сталей относятся: - упрочнение поверхности пластической деформацией, нанесение покрытий, наплавка поверхностей, напыление материалов, микролегирование поверхностного слоя в процессе кристаллизации.

Одним из наиболее перспективных и практически повсеместно осуществимым способом поверхностного упрочнения является нанесение покрытий методами химико-термической обработки (ХТО). Ее применение особенно эффективно, когда необходимо получить детали с заранее заданными свойствами. Это экономически более выгодно, чем получение объемнолегированной стали с аналогичными свойствами и, как правило, может производиться на любом предприятии, имеющем термическое оборудование.

К перспективным методам ХТО относятся борирование, хромирование, титанирование и совмещенные процессы: борохромирование, хромосилицирование, бортитанирование. Эти способы ХТО более эффективны, чем традиционно используемые цементация, азотирование и цианирование практически по всем параметрам свойств поверхностных слоев материала.

Боридные слои имеют характерное игольчатое строение, что отличает их от цементованных, хромистых, и многих других диффузионных слоев. Игольчатая граница раздела энергетически более выгодна по сравнению с «гладкой» при

износе трением ввиду того, что имеет большую поверхностную энергию.

В настоящее время накоплен большой опыт промышленного использования борирования. Борирование повышает долговечность: пальцев и втулок гусениц трактора и других гусеничных машин в 5-17 раз, втулок буровых и грязевых насосов – в 3-4 раза, дисков трубы турбобура – 4-5 раз, пальцев черпаковой цепи земснаряда – в 6-7 раз, деталей металлургического оборудования – в 3-5 раз, матриц и пуансонов штампов холодной штамповки – в 2-13 раз, деталей штампов горячей штамповки – в 1,5-3 раза, деталей прессформ литья под давлением алюминиевых сплавов – в 2-15 раз, деталей прессформ фарфорофаянсового производства – в 2-3 раза, ножей для холодной резки металлов – в 3-4 раза, деталей технологической оснастки – в 1,5-5 раз и т.д.

Это далеко неполный перечень изделий, которые можно упрочнить борированием, свидетельствует о широких возможностях и перспективности широкого промышленного использования этого процесса химико-термической обработки (ХТО).

Диффузионное насыщение поверхности сталей и сплавов чаще всего проводят при высокотемпературной изотермической или изотермически-ступенчатой выдержке с полной перекристаллизацией стали в аустенитное состояние. Это приводит к перегреву – структура и механические свойства, кроме твердости и износостойкости, ухудшаются. Недостатками процессов традиционной ХТО являются также их высокая энергоёмкость и продолжительность.

Указанные недостатки можно устранить при диффузионном насыщении поверхности сплава в режиме циклического изменения температуры - термоциклирования (ТЦО). Известен целый ряд способов предварительной термоциклической обработки, но выбор режимов ТЦО до сих пор ведется эмпирическим путем. Недостатками этих способов является то, что повышение прочности не сопровождается необходимым высоким уровнем пластичности стали, а также то, что все известные способы достаточно трудоемки и длительны.

Противоречивое понимание взаимного влияния различных параметров термоциклирования (температура в цикле, скорости нагрева и охлаждения, количество циклов, время выдержки и др.) создало предпосылки для применения широкого спектра способов ТЦО, отличающихся не только принципом воздействия, но и самое главное, различающихся до 20 – 50 раз энергозатратами для получения необходимого результата. Поэтому необходимо дальнейшее, более глубокое изучение известных и разработка новых оптимальных способов термоциклического упрочнения.

Нами исследованы и описаны основные закономерности и механизмы борирования малоуглеродистой феррито-перлитной стали 10.

Установлено, что формирующиеся в ходе борирования новые границы зерен и субзерен выполняют тройную роль. Во-первых, они служат основным каналом насыщения атомами бора и углерода основных глубинных слоев. Во-вторых, на них локализована большая часть карбоборидов. В-третьих, на них расположена значительная часть атомов бора и углерода, еще не образовавшихся карбоборидов. Установлено, что диффузия по границам зерен является главным механизмом карбоборирования за исключением наружного слоя, где решающим фактором является реакционная диффузия.

Показано, что циклический нагрев и охлаждение значительно ускоряют кинетику процесса ХТО железоуглеродистых сплавов.

Термоциклирование во время борирования является эффективным способом интенсификации процессов химико-термической обработки металлов и сплавов.

Установлено, что термоциклирование при борировании приводит к увеличению толщины слоя до 80% на углеродистых сталях, с увеличением степени легированности эффект снижается

с 70% (литая сталь 5ХНМ) до 20% (сталь Х12М). С увеличением содержания углерода в стали снижается глубина борированного слоя, как после изотермического высокотемпературного борирования, так и после термоциклического борирования.

### МЕЖФАЗНАЯ ЭНЕРГИЯ НА ГРАНИЦАХ ТВЕРДАЯ ФАЗА-РАСПЛАВ И ТВЕРДАЯ ФАЗА- ПАР НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛО- КЕРАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Дохов М.П.

*Кабардино-Балкарская государственная  
сельскохозяйственная академия  
Нальчик, Россия*

Используя, полученные ранее автором формулы, проведены расчеты межфазной энергии керамики на границе с жидким металлическим расплавом  $\sigma_{тр}$  и поверхностной энергии керамики на границе с паром металлического расплава  $\sigma_{тп}$ .

В [1], сравнивая работы образования новой фазы в объеме и на поверхности исходной, нами получены следующие формулы для расчетов  $\sigma_{тр}$  и  $\sigma_{тп}$ :

$$\sigma_{ТР} = \sigma_{рп} \left[ \frac{2 - 3\cos\theta + \cos^3\theta}{2 \cdot (1 - \cos\theta)} \right]^{1/2}, \quad (1)$$

$$\sigma_{ТР} = \sigma_{рп} \left[ \frac{2 - 3\cos\theta + \cos^3\theta}{2 \cdot (1 - \cos\theta)} \right]^{1/2} + \sigma_{рп} \cos\theta \quad (2)$$

Здесь  $\sigma_{рп}$  – поверхностная энергия расплава с насыщенным паром,  $\theta$  – краевой угол в случае равновесия системы или контактный угол в неравновесной системе твердое тело- расплав (жидкость) – пар.

На основании формул (1) и (2) была составлена таблица относительных значений  $\sigma_{тр}/\sigma_{рп}$ ,  $\sigma_{тп}/\sigma_{рп}$ ,  $\sigma_{тп}/\sigma_{тр}$  в зависимости от изменения краевого угла  $\theta$  во всем интервале возможных значений от 1 до 180°.

Формулы (1) и (2), справедливые, очевидно, лишь при неполном смачивании, выражают  $\sigma_{тр}$  и  $\sigma_{тп}$  через экспериментально измеряемые величины  $\sigma_{рп}$  и  $\theta$ . Конкретных расчетов по формулам (1) и (2) не проводились.

В настоящей работе, используя литературные данные по краевым углам и поверхност-

ным энергиям металлических расплавов, проведены расчеты  $\sigma_{тр}$  и  $\sigma_{тп}$  для некоторых металло-керамических систем.

Вычисленные значения  $\sigma_{тр}$  и  $\sigma_{тп}$  представлены в таблицах 1-3. Экспериментальные данные  $\theta$  заимствованы из [2], а значения  $\sigma_{рп}$  – из измерений тех же авторов работы [2] методом покоящейся капли на керамических подложках для случаев  $\theta > \pi/2$ .

Для  $\theta < \pi/2$  в той же работе [2] приведены значения работ адгезии  $w$  жидких металлов к керамическим телам. Используя, эти значения  $w$  с помощью формулы Дюпре нами рассчитаны поверхностные энергии жидких металлов, необходимые при расчетах  $\sigma_{тр}$  и  $\sigma_{тп}$

$$\sigma_{рп} = \frac{w}{1 + \cos\theta} \quad (3)$$

Из таблиц 1-3 видно, что для систем с  $\theta > \pi/2$ ,  $\sigma_{тп} < \sigma_{тр}$ . При  $\theta < \pi/2$ ,  $\sigma_{тп} > \sigma_{тр}$ . Если  $\theta = \pi/2$ , то  $\sigma_{рп} = \sigma_{тр} = \sigma_{тп}$ .

Последние условия находятся в согласии с представлениями о соотношениях между межфазными энергиями и краевыми углами.