

- Формирование инновационных магистерских программ, преимущество которых состоит в большей гибкости и чуткости к современным тенденциям и запросам обучающихся и промышленности.

- Создание аспирантуры, более того - аспирантской школы по нанонаукам.

ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ДИФФУЗИОННОГО НАСЫЩЕНИЯ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ БОРОМ И ХРОМОМ

Гурьев А.М., Иванов С.Г.,

Гурьев М.А., Иванов А.Г.

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

Проблема повышения износостойкости режущего инструмента в настоящее время приобретает все большую актуальность в связи с постоянно возрастающими требованиями, касающимися повышения скоростей резания, обработки все более широкого спектра материалов, обладающих достаточно высокой прочностью. Одним из путей повышения ресурса работы режущего инструмента является нанесение покрытий. Наиболее простыми и нетребовательными к технологиям является процессы диффузионного упрочнения. При этом лидерство в плане повышения таких параметров как износостойкость, теплостойкость и поверхностная твердость принадлежит покрытиям на основе бора.

В работе проведен процесс борхромирования быстрорежущей стали Р6М5 из насыщающей обмазки. В результате анализа поперечных микрошлифов исследуемых образцов была показана принципиальная возможность упрочнения быстрорежущих сталей из насыщающих обмазок на основе карбида бора. Образуется диффузионный слой толщиной 15 – 30 мкм, имеющий характерное для боридных слоев игольчатое строение. В силу того, что сталь Р6М5 является высоколегированной быстрорежущей сталью и имеет сложный химический состав, боридные иглы имеют закругленные концы и значительный диаметр. Между иглами заметно выделение фаз, преимущественно карбоборидов сложного состава на основе хрома, молибдена и вольфрама.

При борхромировании химический состав претерпевает значительные изменения в направлении от поверхности вглубь. Так, содержание бора изменяется от 22,67% на поверхности до 7,35% на глубине 80 мкм, содержание вольфрама, молибдена, хрома и углерода находится соответственно в пределах 6,68 – 6,41; 5,10 – 5,32; 7,25 – 4,27 и 0,12 – 0,84.

Испытания на износостойкость показали 2,5 кратный рост ресурса работы упрочненного изделия по сравнению с не упрочненным при нагрузке до 40 МПа/мм², однако при более высоких нагрузках, превышающих эту величину, происходит продавливание упрочненного слоя и снижение износостойкости упрочненного изделия до значений в 1,5 – 2 раза меньших, чем у не упрочненной детали. Данный эффект объясняется тем, что в процессе диффузионного насыщения деталь подвергается отпуску, в результате чего под упрочненным слоем находится мягкий металл. Это приводит к продавливанию слоя, а мелкие осколки слоя, образовавшиеся в результате продавливания, значительно ускоряют износ.

СПОСОБЫ ОПИСАНИЯ КАНАЛОВ СВЯЗИ С ПЕРЕМЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ В СИСТЕМАХ КОСМИЧЕСКОГО РАДИОМОНИТОРИНГА

Денисенко Д.Т.

*Ставропольский технологический институт сервиса
Ставрополь, Россия*

Среда распространения радиоволн в системах космического радиомониторинга может рассматриваться как канал связи с переменными параметрами. При этом системные функции, характеризующие канал, следует рассматривать как случайные, что физически отражает наличие в канале замираний. Анализ условий функционирования систем космического радиомониторинга показывает, что распространение через ионосферу сигналов УКВ диапазона сопровождается возникновением общих (гладких) замираний сигнала. Соответственно, канал связи для систем космического радиомониторинга моделируется как канал связи с общими замираниями.

Сигнал на выходе канала при этом имеет вид:

$$f(t) = \dot{b} \cdot s(t) + n(t),$$

где $s(t)$ – сигнал на входе, $n(t)$ – процесс, описывающий шум.

Общие замирания описываются комплексным параметром \dot{b} :

$$\dot{b} = |\dot{b}| \cdot \exp(j\theta),$$

где $|\dot{b}|$ и θ определяют соответственно интенсивность и фазу замираний; параметр a является случайной величиной и описывает мгновенные состояния канала.

Математическое ожидание описывает регулярную составляющую замираний:

$$M(b) = \alpha \cdot \exp(j\delta),$$

где параметры α и δ определяют интенсивность и фазу регулярной составляющей.

Случайную составляющую замираний определяет величина:

$$\dot{b} - M(b) = \mu \cdot \exp(j\varepsilon),$$

где μ и ε – соответственно интенсивность и фаза случайной составляющей.

Таким образом:

$$\dot{b} = \alpha \cdot \exp(j\delta) + \mu \exp(j\varepsilon) = |\dot{b}| \cdot \exp(j\theta).$$

Изменения, вносимые в сигнал каналом связи со случайно изменяющимися параметрами, могут быть представлены как искажения сигнала модулирующей (мультипликативной) помехой. Изменение же параметров сигнала можно рассматривать как результат прохождения сигнала через некоторый эквивалентный

линейный четырехполюсник с переменными во времени параметрами, приводящего к возникновению мультипликативных (модулирующих) помех.

Линейный четырехполюсник с переменными во времени параметрами характеризуется передаточной функцией:

$$\dot{K}(\omega, t) = A_k(\omega, t) \cdot e^{j\varphi_k(\omega, t)},$$

где $A_k(\omega, t)$ – модуль передаточной функции (амплитудная характеристика), $\varphi_k(\omega, t)$ – аргумент передаточной функции (фазовая характеристика четырехполюсника).

Покажем, как меняются параметры монохроматического сигнала при искажении последнего модулирующей помехой.

Узкополосный монохроматический сигнал может быть записан в виде:

$$u(t) = U \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0),$$

где U – амплитуда сигнала, ω_0 – несущая частота сигнала, φ_0 – его начальная фаза.

Модулирующая помеха приводит к фазовым и амплитудным искажениям сигнала:

$$u_m(t) = A(t) \cdot U \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0 + \varphi(t)),$$

где $\varphi(t)$ – изменения фазы сигнала, вызванные модулирующей помехой (фазовые искажения), $A(t) \geq 0$ – безразмерный множитель, характеризующий изменения огибающей сигнала, вы-

званные модулирующей помехой (амплитудные искажения).

Сигнал, искаженный модулирующей помехой, может быть записан в виде:

$$u_m(t) = \operatorname{Re} \left\{ \dot{U}_m(t) \cdot e^{j \cdot (\omega_0 t + \varphi_0)} \right\},$$

или

$$\dot{U}_m(t) = U \cdot A(t) \cdot e^{j\varphi(t)},$$

где $\dot{U}_m(t)$ – комплексная огибающая сигнала, искаженного модулирующей помехой.

Функция $\dot{M}(t) = A(t) \cdot e^{j\varphi(t)}$ полностью характеризует паразитную модуляцию сигнала, вызываемую помехой, и называется функцией помеховой модуляции.

Таким образом, при прохождении через канал со случайно изменяющимися параметрами сигнал претерпевает изменения, которые могут быть описаны с помощью комплексного коэффициента передачи канала \dot{b} или с использованием функции помеховой модуляции $\dot{M}(t)$.

ФОРСИРОВАННАЯ ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА ЛИТЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Муратов В.С., Морозова Е.А.

*Самарский государственный технический
университет
Самара, Россия*

Обоснован подход к разработке технологических процессов получения изделий из алюминиевых сплавов, основанный на регулировании степени неравновесности структуры, формируемой на каждой стадии процесса. В этом случае появляется возможность управлять процессами формирования структуры и свойств путем создания промежуточных состояний с заданным уровнем свободной энергии, обеспечивающим активизацию необходимых структурных изменений на последующих стадиях. Как правило, для технологических процессов получения изделий из алюминиевых сплавов следует на промежуточных стадиях процесса формировать состояния с повышенным запасом свободной энергии, в частности, за счет реализации ускоренных охлаждений с температур непродолжительного гомогенизационного нагрева, деформирования, завершения кристаллизации, применения циклических температурных воздействий и т.д.

Изучен ряд вариантов охлаждения при кристаллизации алюминиевых сплавов. Вариант **А** соответствует случаю, когда сплав весь интервал кристаллизации и после кристаллизации охлаждается в одной охлаждающей среде. Вариант **В** реализуется, когда в интервале кристаллизации охлаждение ведется с одной скоростью, а послекристаллизационное - с другой.

И наконец, вариант **С**, когда скорость охлаждения изменяется в двухфазной области - до окончания полного затвердевания.

Интенсификация охлаждения в варианте **А** приводит к формированию в сплаве структурного состояния с повышенной степенью неравновесности. Как показали выполненные исследования, увеличение скорости охлаждения приводит к измельчению зерна в сплаве. Следует ожидать увеличения плотности дислокаций и концентрации вакансий. Значительного увеличения количества неравновесных фаз кристаллизационного происхождения нами не установлено. Увеличение скорости послекристаллизационного охлаждения в вариантах **В** и **С** способствует формированию более дисперсной структуры, улучшению свойств. При этом форсированное охлаждение в воде способствует сохранению высокотемпературного состояния с избыточными выделениями по границам дендритных ячеек, за счет исключения протекания гомогенизационных процессов в ходе охлаждения. Положительный эффект ускоренного охлаждения возрастает с увеличением температуры начала форсированного охлаждения, то есть целесообразно не задерживать отливку в форме после кристаллизации. Слишком раннее извлечение отливки из формы, когда еще остаются в структуре участки жидкой фазы (вариант **С**), приводит к значительному увеличению количества неравновесных фаз в структуре сплава, что может оказаться нежелательным.

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Корнаков А.Н., Цветков В.Я.

*Московский государственный университет
геодезии и картографии
Москва, Россия*

При управлении промышленным предприятием используется три вида поддержки принятия решения (ППР)[1]: организационная, информационная и технологическая. Это обусловлено тем, что информационные потоки, поступающие для принятия решений можно разбить на три вида: объективная четкая информация, нечеткая или субъективная, технологическая информация. Для первого вида применяют информационную ППР, для второ-