

$$Y=14,675+0,7575X_1+0,6312X_2+0,5987X_4-0,5425X_1X_3+0,5912X_1X_4$$

где: Y – относительная износостойкость борхромированной стали, X_1 – температура, °С; X_2 – время выдержки в процессе насыщения; X_3 – содержание основного насыщающего элемента (бор), масс.%; X_4 – содержание второго насыщающего элемента (хром), масс%.

В результате оптимизации выявлено, что максимальной износостойкостью обладают слои, полученные при температуре 1050°С, времени насыщения 6 ч, и количестве хрома в насыщающей обмаске около 20%.

Наряду с высокой износостойкостью диффузионного слоя, на износостойкость упрочненного методами ХТО изделия в целом большое влияние оказывает также толщина диффузионного слоя. Поэтому, в целях оценки влияния параметров режима насыщения на толщину получаемого диффузионного слоя, была проведена оптимизация параметров для получения максимально возможных значений толщины диффузионного слоя. Полученная математическая модель:

$$Y=149,0625+49,0625X_1+39,6875X_2+17,8125X_4$$

где: Y – толщина диффузионного слоя, мкм, X_1 – температура, °С; X_2 – время выдержки в процессе насыщения; X_3 – содержание основного насыщающего элемента (бор), масс.%; X_4 – содержание второго насыщающего элемента (хром), масс%.

Анализ результатов статистической обработки экспериментальных данных показал, что основными критериями, определяющими износостойкость, являются температура процесса насыщения, время выдержки при температуре насыщения и количество хрома в насыщающей обмаске, а основными критериями, определяющими толщину диффузионного слоя, – температура и время насыщения. Бор в насыщающей обмаске в рассматриваемом количестве оказывает более слабое влияние на износостойкость и толщину диффузионного слоя по разработанным способам упрочнения. Но при снижении количества бора ниже 50% начинает сказываться и его влияние на износостойкость и толщину слоя.

Работа представлена на V научную международную конференцию «Инновационные технологии», Тайланд (Паттайа), 20-28 февраля 2008 г. Поступила в редакцию 15.01.2008.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДИФфуЗИОННОГО НАСЫЩЕНИЯ СТАЛЕЙ ИЗ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ КАРБИДА БОРА

Иванов С.Г., Гурьев А.М., Кошелева Е.А.,
Власова О.А., Гурьев М.А.

*Алтайский государственный технический
университет
Барнаул, Россия*

Внедрение новых технологических процессов в промышленности в ряде случаев тормозится отсутствием материалов, способных работать в экстремальных условиях. В процессе эксплуатации наиболее интенсивным внешним воздействиям подвергаются поверхностные слои деталей и инструмента, поэтому зачастую структура и свойства именно поверхностных слоев оказывают определяющее влияние на работоспособность изделий в целом. Одним из перспективных способов упрочнения поверхности стальных изделий является химико-термическая обработка (ХТО). Ее применение экономически более выгодно, чем получение легированной стали с аналогичными свойствами и, как правило, может производиться на любом предприятии, имеющем термическое оборудование.

Достаточно распространенным методом ХТО железа и сплавов на его основе является диффузионное борирование, в результате которого получают покрытия характерного игольчатого строения.

Часто при борировании образуются слои двух типов: однофазные (Fe_2B) и двухфазные ($FeB+Fe_2B$). В однофазных покрытиях распределение микронапряжений наиболее благоприятно, тогда как в двухфазных покрытиях имеет место резкий перепад микронапряжений на межфазной границе. Напряжения, возникающие в фазе FeB , являются растягивающими, тогда как в фазе Fe_2B – сжимающими. Растягивающие напряжения существенно снижают пластичность покрытия. Уже при небольших изгибных, сжимающих и особенно ударных нагрузениях происходит разрушение покрытия вплоть до его практически полного отслаивания.

Для выяснения влияния углерода и легирующих элементов на физико-механические свойства и износостойкость однокомпонентных диффузионных слоев исследовали процессы борирования сталей Ст3, 30Х, 30ХМ и У8 из смесей, в которых применяли обмаску на основе карбида бора. Температура процесса насыщения составляла 1000°С, время процесса насыщения – 6 ч. В результате на образцах из сталей У8 и 30Х было заметно оплавление при однокомпонентном насыщении бором.

С увеличением степени легированности стали претерпевают изменения как толщина и микроструктура диффузионного слоя, так и микроструктура переходной зоны. В случае насыщения бором стали Ст3, где содержание легирующей

щих элементов минимально, общая толщина боридного слоя достигает 200 мкм, а толщина сплошного слоя боридов – 100 мкм. С увеличением содержания легирующих элементов толщина диффузионного боридного слоя снижается, а толщина сплошного слоя боридов растет. В случае борирования стали 30ХМ, при прочих равных условиях, толщина слоя боридов снижается до 130 мкм, а толщина сплошного слоя боридов практически не изменяется и в среднем составляет 90 мкм, то есть растет компактность слоя. Одновременно с ростом компактности боридного слоя усложняется его строение – боридные иглы становятся закругленными, наблюдается их рост не только по нормали к поверхности, но и под некоторым углом, толщина боридных игл также увеличивается. Это можно объяснить влиянием хрома и молибдена, которые содержатся в сталях главным образом в виде различных карбидов, замедляющих рост боридного слоя.

Работа представлена на VII научную международную конференцию «Современные наукоемкие технологии», Хургада (Египет), 22-29 февраля 2008 г. Поступила в редакцию 15.01.2008.

СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦЕНТРА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТАМИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Соколов Н.Л., Селезнева И.А.

Центр управления полетами Федерального унитарного государственного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения»

1. Введение

На современном этапе развития космической техники важную роль для исследования различных научных и социально-экономических проблем играют космические аппараты дистанционного зондирования Земли. Опыт использования таких КА («Океан-О», «Метеор-3М», «Фотон-М» и др.) по целевому применению показал высокую эффективность решения задач в областях природопользования, материаловедения, биологии, экологического мониторинга и в других областях.

В настоящей работе представлены результаты математической формализации процессов функционирования ЦУП как БСУ. Такая формализация дает возможность на основе анализа альтернативных вариантов структуры выявить организационные и технические ресурсы и выработать требования к оптимальной структуре ЦУП.

2. Выделение иерархических уровней ЦУП как БСУ

Известны два основных подхода к синтезу иерархических БСУ. При первом – структура иерархической системы считается заданной. На

ее основе производится оптимизация распределения функций, выполняемых отдельными узлами; а также согласование целей и оптимизация взаимодействия узлов различных уровней. При втором – структура определяется в результате синтеза основных или одной ведущей функции, например, функции планирования или оперативно-го управления.

Представляется перспективным итерационное исследование структуры БСУ. При этом используется комбинация из двух подходов. На первом этапе структура иерархической системы считается заданной и проводится оптимизация распределения выполняемых функций по отдельным элементам системы, а также согласование целей и оптимизация взаимодействия подсистем различных уровней иерархии. На втором этапе проводится предварительный анализ альтернативных вариантов структурного построения системы. При этом, в результате синтеза ведущих функций управления определяется оптимальная структура БСУ.

При построении моделей функционирования ЦУП КА реализуется общие закономерности структурного построения иерархических систем управления:

- последовательное вертикальное расположение подсистем, составляющих соответствующую соподчиненность;
- приоритет действий или право «вмешательства» подсистемы верхнего уровня в действия подсистем нижнего уровня;
- зависимость действий подсистемы верхнего уровня от фактического исполнения своих функций подсистемами нижнего уровня;
- значительно большая степень неопределенности в описании задач управления на верхних уровнях иерархии.

Анализ процессов функционирования элементов ЦУП как БСУ в процессе управления автоматическими КА позволяет выявить основные иерархические уровни:

- верхний уровень (уровень координации) – реализует координацию всех действий по управлению КА с целью наиболее эффективного выполнения программы полета КА;
- второй уровень (уровень самоорганизации) – реализует выбор критериев и алгоритмов, используемых на нижних уровнях иерархии с целью обеспечения решения главных задач управления;
- третий уровень (уровень адаптации) – осуществляет конкретизацию множеств неопределенностей для подсистем верхних уровней путем анализа текущей ситуации и выработки требований к алгоритмам решения задач подсистемами нижнего уровня;
- четвертый уровень (уровень выбора) – осуществляет решения частных задач в соответствии с исходными данными и алгоритмическими предписаниями от подсистем высшего уровня.