TO THE PROBLEME OF THE HYDROGEN ATMOSPHERE ON A PROPERTIES OF THE *d*-METAL BASED COATINGS WITH *p*-ELEMENTS

Us'kova N.A., Grichishina L.N., Baglyuk G.A., [1] Trofimov V.A.
Frantsevich Institute for Problems of Materials Science of National Academy of Science of Ukraine
03142, Kiev, Krzhyzhanovsky str. 3, Fax +38(044)-424-15-13 e-mail: gbag@rambler.ru
[1]Antonov scientific-technological aviation complex, 03082, Kiev, Tupolev str. 1, Ukraine.

Introduction

Work mediums have sufficient role in technology cycle process by making plasma-deposite eutectic coatings. This mediums allow to thin regulation of properties by admixture content and level of atomic structure defects. Saturate atoms of chemical elements work atmosphere are point defects. Atom groups are defects of chemical origin.

Defects distribute in volume nonuniformly. This construct areas with surplus content of admixtures and defects with realization local phase transformations. Defects lay hereditary chemical, structure, morphology and other features leads to expectation properties.

Theoretical prediction

Atomic hydrogen and other gaseous medium can a long time keep in lattice by active state. Prognosys of relative influence of various dimensions and energy characteristics in pair combinations with other substance work out by data of hard state [1].

Such characteristics as volume on atom calculation cause diffusion characteristics, fluidity, hard-liquid powder mixtures. This characteristics allow to polarization. We prognose tendention of relative defect. Micromechanisms of influence and addition atoms work mediums to reciprocally solubility base components in hard state progresse by nonlinear law. Consequence of atomic-isomorphic mutual substitution analise [1] by $\Delta R/R$ 15% by Goldshmit, Youm-Rosery criteriums with calculation consequences the Vestgrene and Fragmen criterium (Fig. 1). Maximum positive deflects by $\Delta R/R$ dimension factor have hydrogen atoms. This concur with prognosys relative changes of $\Delta\chi/\chi$ compressed abilty as function of lattice energy.

Because axissimetry change $\Delta R/R$ as measure of defect three-dimension lattice propertyes which depend on atomic dimensions must subordinate axis-symmetry principle.

This allow detect behavior of elastic moduly by dimension factor deviation in with QAIMST (The Quantative Atomic-Isomorphic Mutual-Substitution Theory).

It is outlined that moduly of full-dimension compression β is strength characteristic and it is reverse to second derivative of atomic cohesion $E_{сц}$ from atomic volume Ω:

$$1/\beta = -\Omega d^2 E_{сц} / d^2\Omega ,$$

$E_{сц}$ depend on electron structure character, width valence bond γ_d and potential energy $U(S_{мех})$ of interact atoms. Atoms responsible of formation summarize electrons stripe and properties.

$$E_{сц} = -N_A U(S_{межс}) \approx -\alpha\gamma_d .$$

It was found that occurred (by sufficient deflections of atomic dimensions base elements and hydrogen) deformation interactions make fields of local distorts between admixture and base atom. This give rise to an addition strength because interlattice stresses and to increase hardness and wear-resistant properties.

Discussion of results

For prognosing of results by QAIMST-theory were select element contents and technology scheme of plasma- deposited coatings. Making this coatings occur in atmosphere with complicate content with high hydrogen concentration. Specimens obtained by optimal technology of work [2]. Increasing of physicomechanical properties of loading details on sign-variable external influence confirm by mechanic tests in various mediums.

It is established that increasing of thrybotechnical and durability characteristics stipulate microstructure. Microstructure formed by amorphous and microcrystal phase states which formed on defect clasters with high hydrogen content.

Making complicate morphology of coatings with atomic component on base Fe-Mn-B-C-Si acess by relative small velocityes of cooling 10^5-10^7 K/s.

Distinct particularity of coatings obtained by this technology is absence oxidation factor (absence free oxygen of coatings). This evidence of high resours of wear-resistance in our material.

In border coating-base by data of complex investigations (JAMP-10S, JEOL, Superprobbe-733, JEOL) have place zone with high content of

nitrogen , carbon atoms, additions of rare metals (tantalum, tungsten, niobium) and decrease of ferrum content.

This evidence of compensation substitution admixtures base atoms in transitional zone.

This factor and absence displace-dislocation transference of sliding systems coating with amorphous phase components leads to more high thrybotechnical and strength properties.

Conclusions

Structure and properties of eutectic coatings of powders on Fe-Mn-B-C-Si system base are regulated by correlation phase components.

There phase components form on base of defects with high hydrogen content.

References

1. Uskova N.A., Bagljuk G.A., Grishchishyna L.N. K probleme kompensacionnogo isomor-phisma komponentov pri formirovanii struktur srastaniya mezdu phazami evtekticheskikh plazmenno-napylennykh pokrutiy // Electr. Microskopiya I prochnost materialov.- K.: IPM NANU, 2007; 14: 99-107 (in Russian).

2. Uskova N.A. Razrabotka uprochnyayushikh kompozicionnykh pokrytiy dlya nagruzhennykh detaley // Sovrem. Probl. Phiz. Materialoved. – Kiev. 2005. – P. 94 (in Russian).

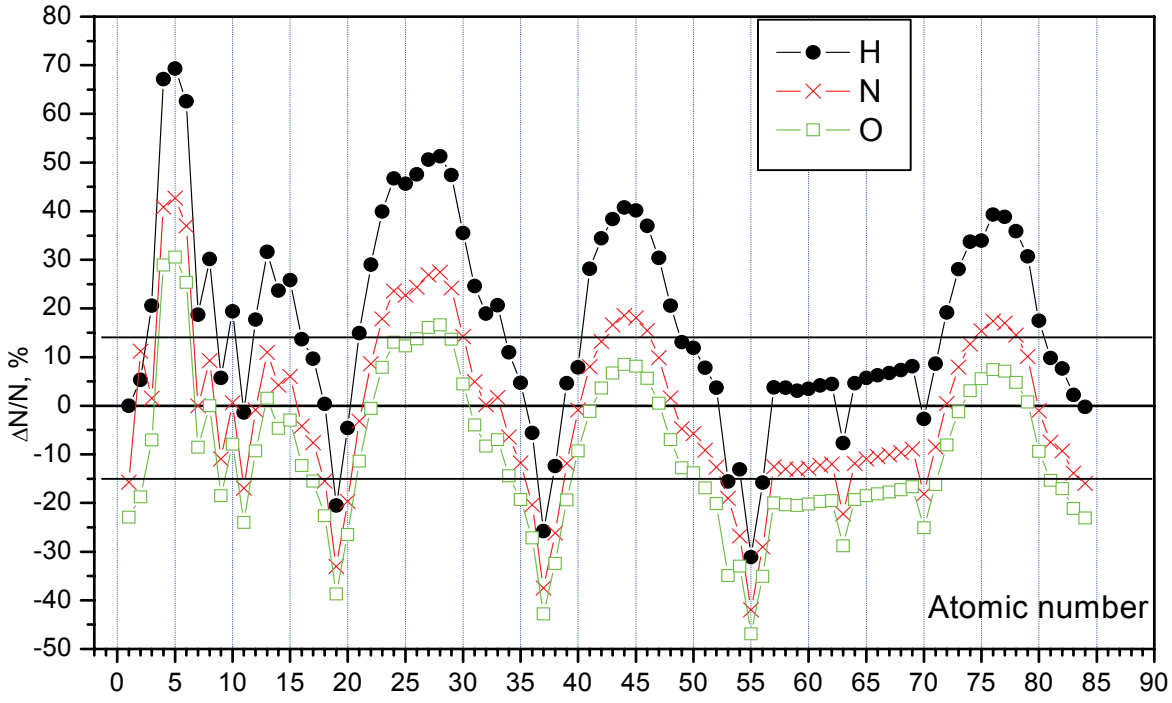

Fig. 1. Dynamics of atomical structure distortion (by ΔR/R) for binary system “atom of labour atmosphere (hydrogen, nitrogen, oxigen) – the base element from 2He-84Po”.

К ПРОБЛЕМЕ ВЛИЯНИЯ ВОДОРОДНОЙ АТМОСФЕРЫ НА СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ПЕРЕХОДНЫХ *d*-МЕТАЛЛОВ С *p*-ЭЛЕМЕНТАМИ

Уськова Н.А., Грищишина Л.Н., Баглюк Г. А., [1]Трофимов В.А
Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича
Национальной Академии наук Украины, 03142 Киев, Кржижановского, 3
Fax: 38(044) 424-15-34 E-mail: gbag@rambler.ru
[1]Авиационный научно-технический комплекс им. О.К. Антонова
03062, Киев, Туполева 1, Украина

Введение

В процессе технологического цикла по производству плазменно-напыленных эвтектических покрытий важную роль играют рабочие среды. Они позволяют достигать тонкого регулирования свойств через примесный состав и заданную степень дефектности атомной структуры материала в целом. Насыщающие атомную решетку материала атомы химических элементов из рабочих атмосфер, играют роль точечных дефектов, а их группы – дефектов химической природы. Они, как известно, по объему распределены неравномерно. Это создает области избыточных содержаний примесей и дефектов с последующей реализацией локальных фазовых превращений. Такие эффекты автоматически закладывают в будущий материал на стадиях твердофазных реакций наследственные химические, структурные, морфологические и другие особенности ответственные за ожидаемые свойства.

Теоретическое прогнозирование

Именно в атомарном состоянии водород и другие газообразные среды могут долго сохраняться в решетке в активном состоянии. Поэтому прогноз относительного влияния различий размеров и энергетических характеристик в парных комбинациях с другими веществами проводили по данным для твердого состояния [1].

Принимая во внимание, что такая характеристика, как объем в расчете на атом, обусловливает не только диффузионные характеристики, текучесть твердожидких и порошковых смесей, но и обладает способностью к поляризации, нами спрогнозирована тенденция относительной дефектности.

Известно, что микромеханизмы влияния легирующих и примесных атомов из рабочих сред на взаимную растворимость основных компонентов в твердом состоянии развиваются по нелинейным законам.

Следовательно, последствия атомно – изоморфных взаимозамещенй анализируют [1], опираясь на $\Delta R/R$ (по ± 15 % критерию Гольдшмидта, Юм-Розери с учетом следствий из критерия Вестгрена и Фрагмена, рис. 1).

Как следует из рис. 1 наибольшие положительные отклонения по размерному фактору $\Delta R/R$ создают атомы водорода. Это по тенденции совпадает с прогнозом относительных изменений сжимаемости $\Delta\chi/\chi$, как функции энергетики кристаллической решетки.

Известно, что в силу осесимметричного характера изменений $\Delta R/R$, как меры дефектности трехмерной решетки, свойства, зависящие от атомных размеров, также должны подчиняться принципу осесимметричности. Это позволяет выявлять поведение упругих модулей по отклонениям в размерном факторе в рамках количественной теории атомно-изоморфных взаимозамещений (КТАИВ). Следует подчеркнуть, что модуль всестороннего сжатия β есть прочностная характеристика, которая обратна второй производной от атомной когезии $E_{сц}$ по атомному объему Ω:

$$1/\beta = -\Omega \, d^2 E_{сц} / d^2 \Omega.$$

А $E_{сц}$ зависит от характера электронной структуры, ширины валентной полосы γ_d, и потенциальльной энергии $U(S_{меж})$ взаимодействующих атомов. Последние ответственны за формирование при сплавлении обобщенной полосы электронов и, следовательно, свойств.

$$E_{сц} = -N_A \, U(S_{меж}) \simeq -\alpha \, \gamma_d.$$

Установлено, что возникающие (за счет значительных отклонений в размерах атомов основного элемента и водорода) деформационные взаимодействия создают поля статических локальных искажений между примесными и основными атомами.

Это создает дополнительное упрочнение за счет внутрирешеточных напряжений. Последние, с одной стороны, повышают твердость, а с другой – поддерживают износостойкие свойства.

Обсуждение результатов

Основываясь на результатах прогноза по теории КТАИВ, были подобраны элементные составы и отработана технологическая схема получения плазменно-напыленных покрытий, производство которых осуществляется в атмосфере сложного состава с высоким содержанием примеси водорода.

Исследованные образцы получены по оптимизированной технологии из работы [2]. Улучшение физико-механических свойств нагруженных деталей при знакопеременном внешнем воздействии подтверждено механическими испытаниями в разных средах.

Было установлено, что повышение триботехнических и прочностных характеристик обусловливается микроструктурой, сформированной аморфными и мелкокристаллическими фазовыми состояниями, которые образуются на водородосодержащих кластерах дефектов.

Следует подчеркнуть, что получение сложной морфологии покрытий, содержащих аморфную составляющую на основе Fe-Mn-B-C-Si, достигалось при относительно невысоких скоростях охлаждения порядка 10^5-10^7 К/с. Кроме того, отличительной чертой покрытий, полученных по нашей технологии, является отсутствие вклада окислительного фактора (т.е. отсутствие несвязанного кислорода в глубине покрытий), что свидетельствует о повышенном ресурсе износостойкости нашего материала.

На границе раздела *покрытие – подложка*, по данным комплексных исследований (JAMP- 10S, JEOL: Superprobe-733, JEOL), имеет место зона обогащения атомами азота и углерода, а также рядом примесей редких металлов (тантал, вольфрам, ниобий), сопровождающаяся снижением содержания железа. Это свидетельствует о компенсационных замещениях примесями основных атомов переходной зоны.

Данный фактор, а также отсутствие сдвигодислокационного перемещения по системам скольжения покрытия с аморфными фазовыми составляющими приводят к более высоким триботехническим и прочностным свойствам.

Выводы

Структура и свойства эвтектических покрытий из порошков на основе системы Fe-Mn-B-C-Si регулируются соотношением фазовых составляющих, образующихся на основе водородосодержащих дефектов.

Литература

1. Уськова Н. А., Баглюк Г. А., Грищишина Л. Н. К проблеме компенсационного изоморфизма компонентов при формировании структур срастания между фазами эвтектических плазменно-напыленных покрытий/ Электр. микроскопия и прочн. мат.- К.:ИПМ НАНУ 2007.- С. 69.

2.Уськова Н. А. Разработка упрочняющих композиционных покрытий для нагруженных деталей// Совр. пробл. физ. мат - я.-К.: ИПМ НАНУ 2005.-С. 94.

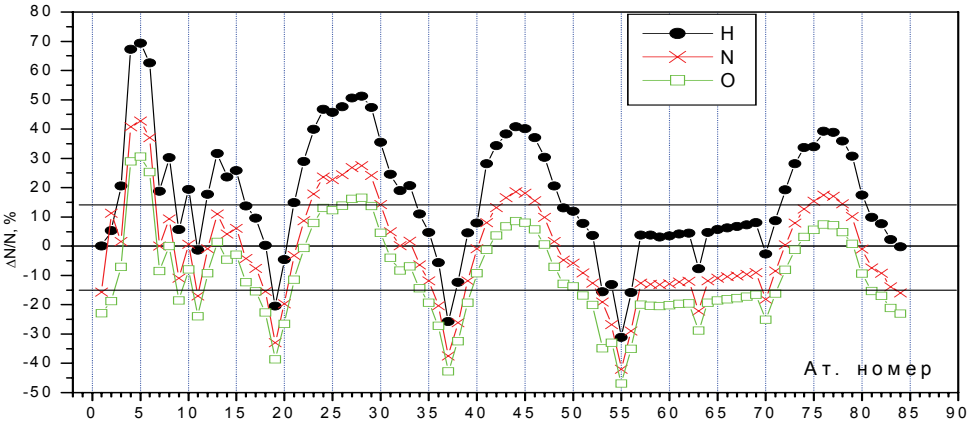

Рис. 1. Динамика дефектности (Δ R/R) атомной структуры бинарных систем “атом элемента рабочей атмосферы (водород, азот, кислород) – элемент из числа 2He - 84 Po.