

УДК 629.7.067

В.Е. Гайдачук, д-р техн. наук,  
А.В. Кондратьев, д-р техн. наук  
А.В. Чесноков, д-р техн. наук

## **ОБ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СОВМЕСТНОМ ДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ\***

### **Введение**

Как известно, имеет место дуализм понятия безопасности:

- безопасность как свойство, обеспечивающее полное или преобладающее отсутствие вредных факторов воздействия на людей (операторов) в процессе производства и эксплуатации технических объектов;

- безопасность как свойство, обеспечивающее полную или преобладающую защищенность людей (операторов) от воздействия вредных факторов в процессе производства и эксплуатации технических объектов.

Первая трактовка термина безопасности предполагает отсутствие самих вредных факторов, что либо невозможно, либо чрезвычайно трудно осуществимо или в лучшем случае связано с неоправданно большими затратами на реализацию этого свойства в процессе производства и эксплуатации технических объектов.

Вторая трактовка термина безопасности предполагает наличие надежной защиты от воздействия всегда имеющих место вредных (опасных) факторов на реализацию этого свойства в процессе производства и эксплуатации технических объектов.

Из этих трактовок следует большая привлекательность, а в ряде случаев и однозначность реализации второй.

В случае конструкционных материалов их «производство» заранее регламентировано соответствующими ТУ, определяющими рецептурный состав и режимы его реализации с соответствующими допусками.

### **Постановка задачи**

Ниже обсуждаются принципиальные аспекты безопасности как свойства защищенности физических объектов – конструкционных материалов от вредных (опасных) факторов среды их эксплуатации в изделиях преимущественно авиационно-космической техники.

Повышение стойкости материалов к негативным факторам среды эксплуатации обеспечивается специальными видами технологической обработки, перечень которых и описание представлены в соответствующих монографиях и учебниках по конструкционному материаловедению металлов и их сплавов, например [1 – 3] и др.

---

\* Статья публикуется в порядке дискуссии об актуальности излагаемой в ней идеи о взаимном влиянии негативных факторов среды функционирования на защищенность деталей технических объектов.

## Состояние проблемы

Принципиальными аспектами защищенности конструкционных материалов являются:

- защищенность путем изоляции материала от поверхности контакта с негативными факторами среды;

- защищенность путем изоляции материала от контакта с негативными факторами среды и частью его объема, сопряженного с поверхностным слоем, модифицированного (измененного) по структуре и (или) составу;

- защищенность путем модификации (изменения) структуры и (или) состава конструкционного материала во всем объеме детали.

Первый аспект (способ) защищенности реализуется технологическими процессами нанесения покрытий, структура и состав которых не проникают в глубь объема материала детали, т.е. практически не имеет значимого переходного слоя в не модифицированный объем материала.

Второй аспект защищенности реализуется технологическими и (или) физико-химическими процессами, обеспечивающими изоляцию поверхности контакта материала с негативными факторами среды и образования нерегулируемого (неуправляемого) переходного модифицированного слоя с измененным составом и (или) структурой относительно остального объема материала.

Третий аспект защищенности реализуется технологическими процессами, обеспечивающими протекание регулируемых (управляемых) физических и (или) химических изменений структуры и (или) свойств материала путем повышения его стойкости к воздействию вредных и (или) опасных факторов среды эксплуатации детали в составе технического объекта.

Как в случае металлов, так и неметаллических материалов (в первую очередь – полимерных композиционных материалов (ПКМ), их защищенность от негативных (вредных и (или) опасных) факторов среды эксплуатации может быть классифицирована по признаку (критерию) полноты ее распространенности на весь объем материала детали или только на его поверхностную часть, контактирующую с этой средой (рис. 1).

Термическая обработка заключается в изменении структуры и свойств материала путем теплового воздействия, т.е. нагревания и охлаждения.

Согласно классификации А.А. Бочвара можно выделить следующие основные виды термообработки [1]:

1. Термообработка однофазных сплавов, в которых при нагревании и охлаждении не происходит изменения состава или числа фаз. К ним относятся все чистые металлы и некоторые сплавы.

2. Термообработка двух- и многофазных сплавов, в которых при нагревании и охлаждении плавно изменяется растворимость, а также

состав и число фаз. К ним относятся большинство алюминиевых, магниевых и ряд жаропрочных никелевых сплавов.

3. Термообработка двух- и многофазных сплавов, в которых при нагревании и охлаждении происходит скачкообразное изменение растворимости, обусловленное происходящим полиморфным превращением. К ним относятся большинство конструкционных и инструментальных сталей, некоторые титановые сплавы и др.

4. Термообработка, при которой производится насыщение поверхностного слоя обрабатываемой детали каким-либо химическим элементом (химико-термическая обработка).



Рисунок 1 – Классификационная схема видов защищенности (эксплуатационной безопасности) деталей конструкционных материалов от негативных факторов среды эксплуатации

Реализация того или иного аспекта защищенности конструкционного материала (рис. 1) зависит как от его вида: состава и свойств, его стойкости к применяемым технологическим процессам, обеспечивающим защиту от воздействия негативных факторов среды эксплуатации, так и от вида, характера проявления и интенсивности этих факторов.

## Анализ проблемы

Защита конструкционных материалов в деталях технических объектов ориентирована на максимально достижимое в современных условиях возможностей материаловедения как науки приведение структуры и свойств материалов технологическими средствами к уровню сопротивляемости соответствующим негативным факторам среды, гарантирующему функционирование объекта заданных продолжительности (ресурса), и видов эксплуатационных воздействий регламентируемой интенсивности.

Основными факторами эксплуатации, как известно, являются виды, характер и уровни силового, теплового, акустического, абразивного, химического, атмосферного воздействий, приводящих к изменению поверхностных и (или) объемных свойств и структуры материалов.

Защита конструкционных материалов направлена на восстановление или даже повышение уровня исходных (в состоянии поставки) их свойств и структуры.

Силовые воздействия имеют статический, динамический (ударный) и циклический характер.

Уровень статических, динамических и циклических воздействий на детали технического объекта относительно четко рассчитываются и регламентируются в зависимости от вида технического объекта и условий его эксплуатации. Это позволяет выбрать для его деталей конструкционные материалы, обладающие свойствами, соответствующими этим условиям эксплуатации:

- жесткостью, характеризующей сопротивление материала упругим деформациям;
- пределом пропорциональности, характеризующим сопротивление материала очень малым пластическим деформациям и близкий к нему предел упругости (0,05...0,002%)  $\sigma_y$ ;
- пределом текучести, определяющим сопротивление небольшим пластическим деформациям (0,2%)  $\sigma_T$ ;
- пределом прочности, характеризующем сопротивление материала разрушению  $\sigma_B$ ;
- вязкостью разрушения (трещиностойкостью)  $K_{1c}$ , определяющей способность материала противостоять развитию трещин;
- ударной вязкостью, характеризующей склонность материала к хрупкому разрушению;
- твердостью, характеризующей свойство материала сопротивляться пластической деформации при контактном взаимодействии в поверхностном слое;

- пределом усталости  $\sigma_{-1}$ , определяющим способность материала к постепенному накоплению повреждений под воздействием циклических нагрузок, приводящих к образованию трещин и разрушению;

- коэффициентом выносливости  $K_B$ , характеризующим уровень снижения статической прочности материала при циклическом нагружении детали.

Все другие виды воздействий в той или иной мере снижают приведенные выше механические свойства конструкционных материалов.

Таким образом, разрушение конструкционных материалов происходит путем коррозии в результате их химического или электрохимического взаимодействия с факторами внешней среды и (или) вследствие физического (силового) воздействия.

Предотвращение разрушения конструкционных материалов от физического (силового) воздействия обеспечивается легированием металлов, введением в них других металлов или химических элементов путем объемной термообработки для получения сплавов с определенными физико-механическими свойствами.

Как известно [1, 2, 4, 5], существуют и успешно применяются различные виды объемной термической обработки для стали и цветных металлов, включающие разное сочетание отжига, нормализации, закалки и отпуска. Кроме того, широко применяют поверхностную закалку, упрочняющую поверхность детали с сохранением достаточной вязкости в ее сердцевине; химико-термическую обработку стали насыщением поверхностных слоев материала детали различными элементами, изменяющими их физико-химические и механические свойства (цементация – насыщение поверхности детали углеродом для получения ее высокой твердости и износостойкости, азотирование – насыщение поверхности азотом, обеспечивающим ее высокую твердость, повышенную усталостную прочность и коррозионную стойкость; цианирование (нитроцементация) алитирование – насыщение поверхности алюминием, обеспечивающим увеличение жаростойкости, хромирование, увеличивающее твердость, износостойкость и коррозионную стойкость авиационных деталей; силицирование поверхностных слоев детали, обеспечивающее высокую жаростойкость и стойкость к кислотам).

Для предотвращения разрушения конструкционных материалов от коррозии (химической и (или) электрохимической [2, 5]) широко используются покрытия первых двух видов (см. рис. 1).

Широкое распространение лакокрасочных защитных покрытий объясняется их высокими защитными свойствами, а также простотой нанесения и сравнительно низкой стоимостью.

Лакокрасочные покрытия устойчивы к действию воды и воздуха, они образуют на деталях плотную, эластичную пленку, надежно защищающую их от действия газов и электролитов. Их можно легко возобно-

вить при эксплуатации и ремонте и для этого не требуется сложное оборудование.

В авиации применяются масляные лакокрасочные материалы, летучие лакокрасочные материалы на основе нитроцеллюлозы и летучие лакокрасочные материалы на основе хлорвинилового смолы, которые довольно полно удовлетворяют указанным требованиям [1].

В табл. 1 приведена классификация покрытий по их функциональному назначению, а в табл. 2 – классификатор использования гальванических и лакокрасочных покрытий стальных деталей [6].

В настоящее время технологиям нанесения покрытий разного вида посвящено большое количество монографий и справочной литературы, например [7 – 13] и др.

Таблица 1- Классификация покрытий по функциональному назначению

Группы покрытий	Основное воздействие на покрытия
<u>Антикоррозионные:</u>	
- атмосферостойкие	Стандартная атмосфера с температурой от -60 до +60°C и относительной влажностью 90%
- водостойкие	Воздействие пресной и морской воды
- химически стойкие	Воздействие атмосферы, содержащей агрессивные газы и кислоты
- бензо- и маслостойкие	Воздействие бензина, керосина, масел
- термостойкие	Воздействие температуры свыше 100°C
<u>Антифрикционные:</u>	
- от истирания	Воздействие низких, средних и высоких давлений в зонах контакта при макроперемещениях
- от фреттинг-коррозии	Воздействие давлений в зонах контакта при макроперемещениях
- от эрозии	Воздействие абразивных частиц
<u>Теплозащитные:</u>	
- жаростойкие	Высокие температуры 1000°C
- теплостойкие	Устойчивые повышенные температуры, изменяющийся зазор в процессе работы
<u>Радиопоглощающие</u>	Электромагнитное излучение

Таблица 2 – Классификатор использования покрытий стальных деталей  
(кроме высокопрочных сталей)

Наименование деталей, узлов	Гальванические покрытия	Лакокрасочные покрытия
Резьбовые нормали, гайки, болты и другие подобные детали	Кадмирование 9...13 Применение: для болтов диаметром до 4 мм допускается толщина покрытия 6...9 мкм	Покрытия после сборки агрегатов грунтом АГ-3а или АГ-10с и двумя слоями эмали ХВ-16 головок и выступающих резьбовых частей болтов вместе с гайками
Металлические обработанные детали.	Кадмирование на толщину 15...20 мкм	Лакокрасочное покрытие непосадочных мест
Сварные узлы, не имеющие полостей, из которых нельзя удалить электролит	Кадмирование на толщину 15...20 мкм или фосфатирование. Примечание: Детали сложной конфигурации, не полностью покрываемые кадмием, оксидно-фосфатировать	Нанесение грунта АЛГ-14 и грунта АГ-3а на некадмированные поверхности: два слоя грунта АГ-10с, два слоя эмали ХВ-16 соответствующего цвета
Сварные узлы и детали, имеющие полости, из которых нельзя удалить электролиты	Металлизирование сплавом из 90% аммония и 10% цинка на толщину 30, 60 мкм	Нанесение грунта АГ-10с (2 слоя), эмали ХВ-16 (2 слоя)
Пружины	Кадмирование на толщину 9...13 мкм. Примечание: Пружины, работающие в топливах, оксиднофосфатировать с гидротизированием	

Опубликовано также достаточное для выбора соответствующих условий эксплуатации технического объекта количество справочников и монографий по металлам и сплавам цветных металлов [14 – 17] и др.

### Решение проблемы

Таким образом, состояние эксплуатационной безопасности металлических конструкционных материалов в деталях технических объектов

из проведенного выше анализа представляется достаточно высоким.

Однако из этого же анализа вытекает практически полное отсутствие исследований взаимного влияния различных способов защиты материала, следующего из реализуемости функциональной аналогии между биологической системой (человеком) (БС) и механическими системами.

В некоторой, скорее косвенной, мере этот аспект затронут в серии публикаций [18 – 20], касающихся обеспечения эксплуатационной безопасности конструкций воздушных судов транспортной категории.

Так, в [18] автором был проведен анализ эксплуатационных разрушений деталей авиационной техники, который позволил установить четыре основных фактора, приводящих к разрушению: человеческий фактор, усталость, износ, коррозия. Показано, что значительная часть эксплуатационных разрушений имеет усталостный характер, 75% деталей подвижных механизмов выходят из строя в результате износа.

В [19] на основе обширного статистического материала, охватывающего многолетний период эксплуатации отечественных воздушных судов транспортной категории ГП «Антонов», проведен углубленный анализ основных видов и причин разрушения их конструктивных элементов из алюминиевых сплавов. Представлены микрофрактографические картины типичных разрушений, вызванных различными эксплуатационными факторами, позволяющие прогнозировать характерные виды и стадии разрушения конструктивных элементов.

В [20] показано, что основным видом исчерпания несущей способности деталей из титановых сплавов является усталостное разрушение. Приведены его типовые микрофрактограммы, позволяющие проанализировать виды и стадии усталостного разрушения в зависимости от места расположения детали в агрегате воздушного судна.

В [21] рассмотрены характерные примеры коррозионного повреждения, усталости, износа и их комплексного воздействия на конструктивные элементы самолетов ГП «Антонов».

Необходимо отметить, что в работах [3, 4] и в особенности в [19 – 21] прослеживается идея комплексного взаимовлияния различных факторов среды эксплуатации деталей на их несущую способность и ресурс, а также фрагменты реализации этой идеи в рамках функциональной аналогии между БС и механическими системами. Однако количественный подход к ее реализации не обсуждается ни в этих, ни в других известных нам работах.

Отдавая себе отчет в чрезвычайной сложности конструирования математической модели, описывающей несущую способность материала при одновременном действии на него двух негативных факторов, не претендуя на единственность и (или) совершенство подхода, в качестве гипотетического (феноменологического) аналога может быть рассмотре-

на задача о допустимых критических напряжениях сжатия  $\sigma_{кр}$  и  $\tau_{кр}$  при их совместном действии на изотропную прямоугольную пластину [22]:

$$R_{сдв}^n + R_{сж} = 1, \quad (1)$$

где  $R_{сдв} = \frac{\tau_{кр}}{\tau_{кр0}} \leq 1$ ,  $R_{сж} = \frac{\sigma_{кр}}{\sigma_{кр0}} \leq 1$ ,  $\sigma_{кр0}$ ,  $\tau_{кр0}$  – аналогичные критические напряжения при изолированном нагружении пластины сжатием и сдвигом.

Как отмечается в [22], показатель степени  $n$  по опытам различных авторов изменяется в пределах  $1 < n \leq 2$ . Наиболее «ходовое» значение  $n = 1,7^*$ . На рис. 2 приведен график соотношений  $R_{сдв}$  и  $R_{сж}$  при разных значениях  $n$ .

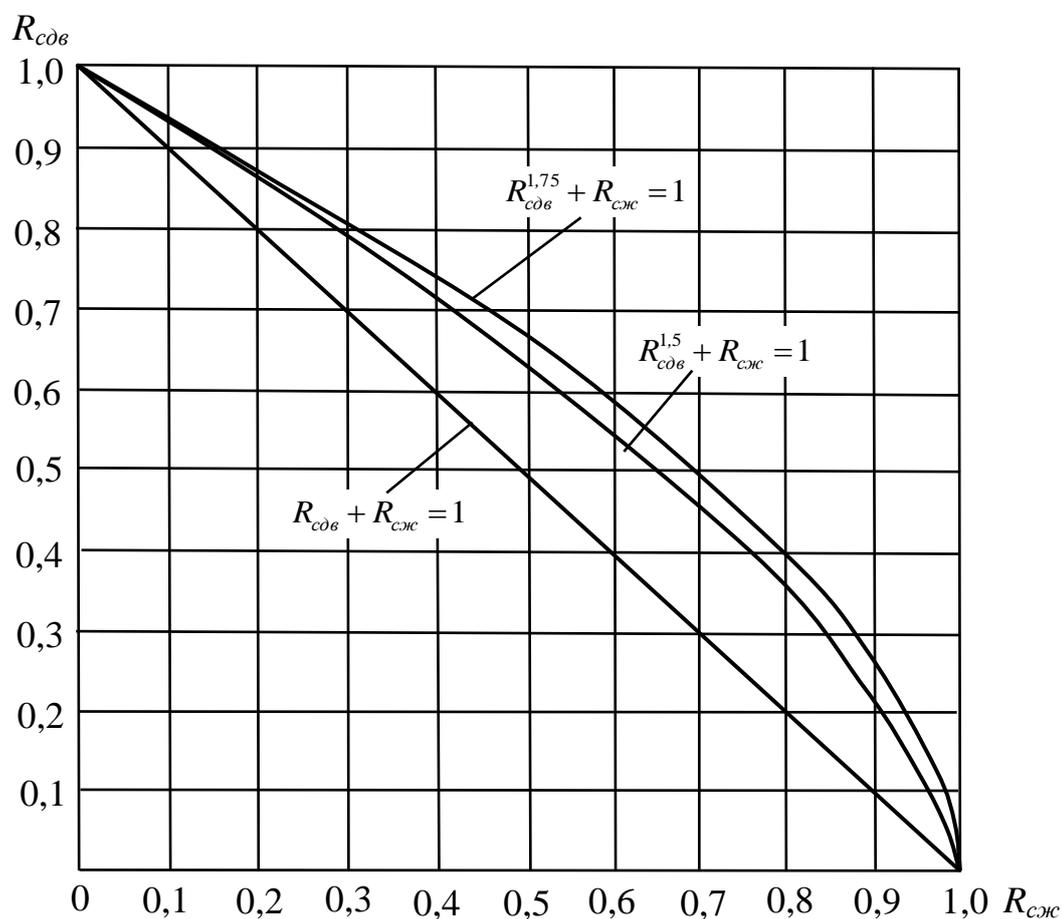


Рисунок 2 – Зависимость  $R_{сдв}$  и  $R_{сж}$  при разных значениях показателя  $n$

Принимая, что  $\sigma_{крi}$  и  $\tau_{крi}$  и соответственно  $\sigma_{кр0i}$ ,  $\tau_{кр0i}$  – показатели разрушения детали из  $i$ -го конструкционного материала при изолиро-

\* В [23] Вольмиром А.С. аналитически получено значение  $n=2$ .

ванном и совместном действии факторов среды  $\sigma$  и  $\tau$ , можно записать, полагая, что, как и в задаче-аналоге (фактор  $R_{сдв}$  принят менее значимым в определении несущей способности материала),

$$\frac{\sigma_{кр_i}}{\sigma_{кр_{0_i}}} + \left( \frac{\tau_{кр_i}}{\tau_{кр_{0_i}}} \right)^n = \psi_i \leq 1. \quad (2)$$

Очевидно, что наилучшим материалом следует признать тот из набора альтернативных, которому соответствует  $\psi_{min}$ .

Естественно, что реализация такого подхода потребовала бы весьма трудоемкого и дорогостоящего экспериментального определения входящих в (2) параметров.

Является ли предлагаемый подход продуктивным, можно будет установить, анализируя его в сравнении с другими.

## Выводы

1. Проведен анализ составляющих эксплуатационной безопасности конструкционных материалов технических объектов (преимущественно авиационно-космической техники) как свойств (показателей), обеспечивающих их защищенность от воздействия негативных факторов среды эксплуатации детали, предопределяющую ее несущую способность, ресурс и надежность.

2. Предложена классификационная схема видов защищенности (эксплуатационной безопасности) деталей из конструкционных материалов от негативных факторов среды эксплуатации существующими видами защиты: покрытиями и модификацией объема материала и проведен анализ эффективности этих видов защиты.

3. Вскрыто вытекающее из проведенного анализа практически полное отсутствие исследований, направленных на качественный и количественный аспекты взаимного влияния различных способов защиты конструкционного материала и результатов этого взаимного влияния негативных факторов среды на несущую способность и ресурс объекта с учетом уровня ответственности агрегатов.

4. Предложен вариант гипотетического подхода к конструированию математической модели, описывающей взаимное влияние двух негативных факторов среды эксплуатации детали из конструкционного материала, основанный на модели-аналоге, описывающей несущую способность прямоугольной изотропной пластины при действии критических напряжений сжатия и сдвига как двух независимых различных факторов.

Реализация этого или других аналогичных подходов в перспективе позволит в определенной мере продвинуться в решении актуальной проблемы эксплуатационной безопасности деталей из конструкционных

материалов при совместном действии негативных факторов среды функционирования технического объекта.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конструкционное материаловедение [Текст]: Кн. 1. Металлы и сплавы / В.К. Борисевич, А.Ф. Виноградский, Я.С. Карпов и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т им. Н.Е. Жуковского «Харьк. авиац. ин-т», 2001 – 456 с.
2. Борисевич, В.К. Конструкционное материаловедение / В.К. Борисевич, А.Ф. Виноградский, Н.И. Семишов. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 1998 – 404 с.
3. Механіка руйнування і міцність матеріалів [Текст]: дов. посібник / за заг. ред. В.В. Панасюка. – Т. 9. Міцність і довговічність авіаційних матеріалів та елементів конструкцій / О.П. Осташ, В.М. Федірко, В.М. Учанін, С.А. Бичков та ін.; за ред. О.П. Осташ, В.М. Федірко. – Л.: Сколом, 2007. – 1068 с.
4. Конструкционные материалы в самолетостроении [Текст] / А.Г. Моляр, А.А. Коцюба, А.С. Бычков и др. – К.: КВИЦ, 2015 – 400 с.
5. Химическая энциклопедия [Текст]: в 5 т. Т.2: Даффа – Меди / Редкол.: Кнунянц И.Л. (гл.ред.) и др. – М.: Сов. энцикл., 1990. – 671 с.
6. Быков, М.Н. Выбор и назначение директивной технологии нанесения покрытий силовых авиаконструкций по критериям долговечности и экономической эффективности: дис. ... канд. техн. наук: 05.07.02 / Быков Михаил Николаевич. – К.: Нац. авиац. ин-т, 2013. – 205 с.
7. Газотермические покрытия из порошковых материалов [Текст] / Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов и др. – К.: Наук. думка, 1987. – 542 с.
8. Кудинов, В.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология, оборудование [Текст] / В.В. Кудинов, Г.В. Бобров. – М.: Металлургия, 1992. – 432 с.
9. Бартенев, С.С. Детонационные покрытия в машиностроении [Текст] / С.С. Бартенев, Ю.Л. Федько. – Л.: Машиностроение, 1982. – 214 с.
10. Костржицкий, А.И. Многокомпонентные вакуумные покрытия [Текст] / А.И. Костржицкий, О.В. Лебединский. – М.: Машиностроение, 1987. – 207 с.
11. Грилихес, С.Л. Оксидные и фосфатные покрытия металлов [Текст] / С.Л. Грилихес. – М.: Машиностроение, 1978. – 104 с.
12. Нанесение покрытий плазмой [Текст] / В.В. Кудинов, П.Ю. Пекшев, В.Е. Балащенко и др. – М.: Наука, 1990. – 4 – 8 с.
13. Линник, В.А. Современная техника газотермического нанесения покрытий [Текст] / В.А. Линник, П.Ю. Пекшев. – М.: Машиностроение, 1985. – 127 с.
14. Конструкционные материалы [Текст]: справ. / под общ. ред. Б.Н. Арзамасова – М.: Машиностроение, 1990. – 651 с.
15. Белецкий, В.М. Алюминиевые сплавы (состав, свойства, технология, применение) [Текст]: справ. / В.М. Белецкий, Г.А. Кривов; под общ. ред. И.Н. Фридляндера. – К.: Коминтех, 2005. – 365 с.

16. Голего, Н.Л. Фреттинг-коррозия металлов [Текст] / Н.Л. Голего, А.Я. Алябьев, В.В. Шевеля. – К.: Техника, 1974. – 272 с.

17. Трощенко, В.Т. Сопротивление усталости металлов и сплавов [Текст]: справ. / В.Т. Трощенко, Л.А. Сосновский. – К.: Наук. думка, 1987. – Ч. 2. – 1303 с.

18. Бычков, А.С. О взаимосвязи юридически-правовой поддержки жизненного цикла воздушных судов и проблемы обеспечения безопасности их конструкций [Текст] / А.С. Бычков // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 4. (84). – Х., 2015. – С. 79 – 85.

19. Бычков, А.С. Основные причины разрушения конструктивных элементов воздушных судов транспортной категории из алюминиевых сплавов [Текст] / А.С. Бычков, И.Р. Игнатович, А.Г. Моляр // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Х., 2015. – Вып. 70. – С. 136 – 151.

20. Бычков, А.С. Эксплуатационная несущая способность деталей конструкций отечественных воздушных судов транспортной категории из титановых сплавов [Текст] / А.С. Бычков, А.Г. Моляр // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Х., 2016. – Вып. 71. – С. 18 – 29.

21. Бычков, А.С. Основные виды и причины разрушения стальных деталей агрегатов отечественных воздушных судов транспортной категории [Текст] / А.С. Бычков, А.Г. Моляр // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 1 (85). – Х., 2016. – С. 47 – 61.

22. Справочная книга по расчету самолета на прочность [Текст] / М.Ф. Астахов, А.В. Караваев, С.Я. Макаров, Я.Я. Суздальцев. – М.: Оборониздат, 1954 – 533 с.

23. Вольмир, А.С. Устойчивость деформируемых систем [Текст] / А.С. Вольмир. – М.: Наука, 1967 – 984 с.

*Поступила в редакцию 07.09.2016.*

*Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.А. Бычков,*

*Государственное предприятие «Антонов», г. Киев.*