

ПРОГРАМА И МЕТОДИКА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ ВЛИЯНИЕТО НА ОТКРИТИЯ КОСМОС ВЪРХУ МАТЕРИАЛИ НА ОСНОВАТА НА ДИСПЕРСНОУЯКЧЕНА АЛУМИНИЕВА СПЛАВ

Анна Бузекова - Пенкова

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
e-mail: a_bouzekova@abv.bg*

Ключови думи: *алуминиеви сплави, ултрадисперсен диамантен прах*

Резюме: *Композиционните материали са материалите на бъдещето и изискванията към тях стават все по-големи. Това доведе до създаването на нов материал в нашето направление. Това е материал на алуминиева основа, който съчетава в себе си максимална здравина, в комбинация с висок модул на еластичност, устойчивост на топлина, устойчивост на износване, ниска плътност и други свойства. За космически приложения от съвременните композити се изисква да работят в екстремални условия и да притежават редица специфични физико-механични показатели. Ето защо изследването на този материал в условията на открития космос се предхожда от предварителни изследвания, които ние тук представяме.*

Keywords: *aluminium alloys, ultra dispersed diamond powder*

Abstract: *Composite materials are materials of the future and the requirements for them increase. This led to the development of a new material in our department. This is the aluminum based material that combines maximum strength in combination with high modulus of elasticity, heat resistance, abrasion resistance, low density and other properties. For space applications of advanced composites are required the capabilities to work in extreme conditions and to have a number of specific physical and mechanical properties. Thus, the study of this material in the outer space conditions is preceded by preliminary studies, which we present here.*

Композиционните материали са материалите на бъдещето, изискванията към тях стават все по-големи и са предмет на разработки от различни международни и наши научно-изследователски екипи [1-4]. Това доведе до създаването на нов материал в нашето направление.

Стремехът ни е получаването на нови композиционни материали на базата на AL с висока твърдост, висока плътност и топлинна устойчивост. Такива материали представляват значителен интерес за използването им в космическа техника и в частност за космическото приборостроене.

Изходната сплав е В95, количествена прибавка на ултрадисперсен диамантен прах /УДДП/ и волфрам W.

С появата на взривно получени диаманти, в т.ч. ултрадисперсни, които са твърде евтина суровина, възниква възможност за използването им като уякчаващи частици. Процентната добавка е уточнена в резултат на собствени изследвания /за W от експеримент "ВОАЛ" [2] от програма на втория космонавт, а за УДДП- в рамките на договор 412/87 от МОИТ/ [5,6].

С цел получаване на алуминиеви сплави с диамантени микрочастици е избран метода на праховата металургия поради преимуществата на този род материали.

Резултатите от микроанализа ни показват, че получените материали са в равновесно състояние поради по-високата хомогенност, която се постига с много доброто разбъркване на армиращата фаза във вид на малки частици, хаотично разпределени в матрицата.

Оценката на ефекта на уякчаване с помощта на съотношенията на Аксел и Ленел показват, че легирането с частици на УДДП дава резултат още при малки концентрации. Твърдостта на сплавта е от порядъка HRB= 80-268, d= 20 A°.

HRB без УДДП е около 50-60.

Стремехът ни е постигане на по-висока твърдост за сметка на якостта.

Условията в открития космос съществено се различават от тези на земната повърхност: микрогравитация, широк работен температурен диапазон от -150 до $+120^{\circ}\text{C}$, електромагнитно лъчение в УВ и ЕУВ диапазони на спектъра, значителни потоци енергетични електрони и йони, като за всички (освен микрогравитацията), промяната на въздействието има квазиударен периодичен характер. Тези условия не могат или е много скъпо да бъдат имитирани на земята и ето защо изследването на такъв вид материали е необходимо и възможно да се извърши в условията на открития космос.

За реализацията на такива изследвания беше разработена настоящата програма и методика за провеждане на експеримента ДП-ПМ, като част от експеримента ОБСТАНОВКА, Първи етап, на Руския модул на Международната Космическа Станция (МКС) в Института за Космически Изследвания и Технологии при Българската Академия на Науките.

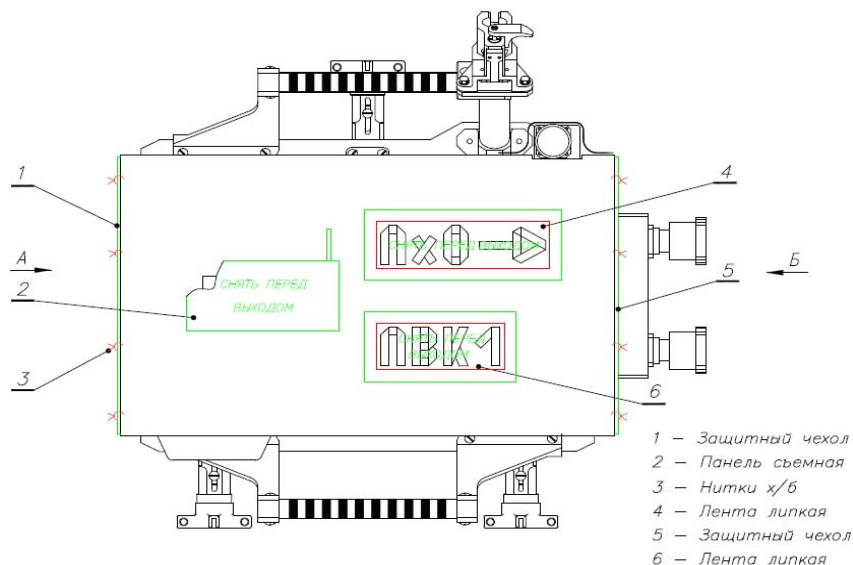
Първият етап е свързан с разработването на блок ДП-ПМ (Технологически Образец-ТО) за провеждане с него на приемо - предавателни изпитания и конструкторско-довършителни. След успешното преминаване на изпитанията бяха изработени два блока ДП-ПМ Летателен Образец (ЛО), предназначени за щатните изпитания и един блок ДП-ПМ (ГЛ), предназначен за тренировки на оператора-космонавта в хидролабораторен басейн. Всичките образци конструктивно са идентични.



Фиг. 1

Блокът ДП-ПМ е показан на фиг. 1

Блок ДП-ПМ представлява контейнер от високояк композиционен материал на алуминиева основа с размери $185 \times 70 \times 20$. Във вътрешността на контейнера са разположени 10 бр. цилиндрични епруветки изработени от дисперсноуякчена алуминиева сплав. Епруветките се фиксират посредством пружиниращ шплент в отворите от двете страни на контейнера.



Фиг. 2

Блокът ще бъде изнесен и закрепен от космонавт към повърхността на блок КВД1 чрез "Велкро". Показано е на фиг. 2. След престой не по-малък от 6 (шест) месеца на повърхността на КВД1 в условията на околоземната орбита, блокът ДП-ПМ трябва да бъде върнат на Земята за допълнителни проучвания и сравнения с референтни проби оставени на земята. Блокът ДП-ПМ не се нуждае от електрическо захранване и няма електронни елементи. Явява се механична конструкция, следователно всичките изисквания към него са механически и поради

това, блокът беше подложен само на необходимата серия механични изпитания и входен (конструктивен) контрол в съответствие с техническите изисквания за космическия експеримент "Обстановка" за Руския сегмент на Международната Космическа Станция в предприятие "ЕКТРОН"- АД гр. Панагюрище.

1. Проверка на комплекцията на прибора и документацията

Проверката се извършва в съответствие с настоящата методика, обозначения, маркировки, наличието на пломби и заводска номерация на блока, а също така наличието на документация, необходима за провеждане на изпитанията.

2. Проверка на външния вид, габаритните и присъединителните размери и масата.

2.1. Проверка на външния вид

Блокът ДП - ПМ не трябва да има шупли, вдлъбнатини, пукнатини, драскотини по защитните покрития и други дефекти, влияещи на качеството и развалящи външния вид. Маркировката трябва да съответства на габаритните чертежи на блока.

2.2. Проверка на габаритите и присъединителните размери.

Проверката на габаритните и присъединителните размери се извършва с измерителни инструменти имащи точност на измерване не по-малка от 0,1 мм.

Изискванията за габаритите на блока ДП-ПМ са до 200 x 100 x 20 мм. Изработения блок ДП-ПМ е с размери 185 x 70 x 10 мм.

2.3. Проверка на масата на прибора.

Масата на изделието се проверява чрез претегляне с везна, имаща точност 50 g. Тя не трябва да превишава 300g.

Масата на наземния блок (контейнер) включително с епруветките е 260g , масата на летателния блок (контейнер) включително с епруветките е 268g

3. Вакумни изпитания.

Блок ДП-ПМ се поставя във вакумна камера.

Проверява се работоспособността на блок ДП-ПМ в съответствие с настоящата методика, след това налягането в камерата се сваля до $1 \cdot 10^{-4}$ блокът престоява в камерата 1 ч. Блокът ДП-ПМ се изважда от вакуумната камера и се проверява работоспособността по настоящата методика.

4. Изпитание на въздействие на повишени/ понижени температури на експлоатация.

Изпитанията се провеждат в термокамера.

За блока ДП-ПМ работните температури са от - 50° до + 50° С.

Проверява се работоспособността в съответствие с настоящата методика.

4.1. Проверка на топлоустойчивостта при температурата на транспортиране.

Блок ДП-ПМ се монтира в неработещо състояние в термокамера.

Камерата се нагрява до температура + 50° С, приборът престоява в продължение на три часа: Изключва се нагревателя в камерата. След това се установява нормална температура (+20° С) и приборът престоява в тези условия в продължение на 2 часа и се пристъпва към проверка на работоспособността на уреда по настоящата методика.

4.2. Проверка студоустойчивост при температура на транспортиране.

Блока ДП-П М се монтира в термокамерата.

Камерата се охлажда до - 50° С, приборът престоява в продължение на 3 часа.

Изключва се камерата, достига се до нормална температура (+ 50° С), приборът се държи в тези условия в течение на 1 час. След изваждане на прибора от камерата се прави проверка на работоспособността по настоящата методика.

5. Проверка на влагоустойчивост.

Блока ДП-ПМ се поставят в камерата за проверка на влажност. След достигане на необходимия режим на изпитания: температура $+25^{\circ} \pm 10^0$ С и влажност $95 \pm 3\%$, блокът престояват в камерата 48 часа. Камерата се изключва. Изважда се и се темперират при нормални климатични условия не по-малко от 3 ч. Прави се проверка на работоспособността.

6. Изпитания на виброустойчивост на синусоидални ускорения при честота 25 Hz.

Монтира се блока ДП-ПМ на плота на вибростенда в положение за експлоатация. Вибростендът се установява на честота 25 Hz, ускорение 2 g, и в продължение на 30 мин. блокът се подлага на вибрации. След приключване на изпитанието, блокът се сменя от плота, визуално се проверява отсъствието на механични повреждания или страничен шум. След това блокът ДП-ПМ се отваря, за да се установи целостта на епруветките, контактите повърхнини и работоспособността при нормални климатични условия.

7. Изпитание на въздействието на линейни претоварвания

Приборът ДП-ПМ трябва да бъде работоспособен в условия на външни въздействащи фактори, допълващи и уточняващи изискванията към апаратурата по ОСТ 92-5100-2002:

Следват въздействия в произволно направление с механични удари максималните стойности на които са указани в следната таблица (ТАБЛ 1):

Таблица 1

Ударно ускорение, g	Продължителност действието на ударното ускорение, мсек	Количество на ударите
40	1-3	По 3 във всяко направление и по всяка ос

7.1. Изпитание на ударна здравина

Блокът ДП-ПМ се закрепва посредством "ВЕЛКРО" към платформата на ударния стенд. Изпитанието се провежда в съответствие с инструкцията за експлоатация на стенда, при натоварване равно на 40 g, продължителност на импулса 1-3 мс, по 3 удара по всяка от трите взаимно перпендикулярни оси на блока (всичко 18 удара). Изключва се стенда, сменя се блока, извършва се външен оглед с цел проявление на механически повреди и работоспособност.

Резултатите ще позволят оценка на надеждността при продължителна експлоатация в околоземното пространство и открития космос. Ще се оценят възможностите за използване на композитни материали на метална основа за изработване на корпуси и детайли на уреди и апарати, както за изследване на космическото пространство, така и може би по-важно приложение в наземни условия за практически цели.

В съответствие с поставените цели, след провеждане на експеримента трябва да бъдат решени следните задачи:

- Изследване на повърхностните свойства на експерименталните образци (отделяне на електрони) и тяхното сравняване със свойствата на наземните образци.
- Изследване влиянието на лъченията върху взаимовръзката структура - свойство на композита, и начините по които измененията в структурата влияят върху свойствата и те ще бъдат сравнени с наземни.
- Изследване влиянието на лъченията върху физико-механическите показатели на експонираните образци с техните наземни аналози, за степен на напрегнатост на структурата, здравина (опън), натиск, микротвърдост и коефициент на пълзене.
- Структурни дефекти, възникнали в условията на открития космос.
- Степен на деградация на композитите.
- Влияние на лъченията върху устойчивостта на композитите. Ще се изследва, до каква степен въздействат постоянните температурни разлики в открития космос от -50 до +50 на прехода от пластичност към крехкост. Дали се запазва това изменение, след като престанат да действат, тези резки температурни промени и дали температурните промени правят материала крехък.

Изводи:

В процеса на изпитанията и след приключването им беше направен анализ на резултатите и оценка на съответствието на блока ДП-ПМ.

- Не се наблюдават визуално механични повреди и пробитости или страничен шум
- Не се наблюдават изменения в конструкцията на блок ДП-ПМ.
- Не се наблюдава разместване на епруветките, както и някакви повреди върху тях.

Отчитайки резултатите от изпитанията в наземни условия, можем да заключим, че надеждността и качеството на блок ДП-ПМ е положително.

Летателния блок (контейнер) премина също успешно изпитанията в съответствие с изискванията по настоящата методика в Русия - НРДК 441349.005ГЧ.

Иновацията на такъв вид сплав, динамиката на разработване, изследване и свързаните с тях дейности са един основен стимул за развитието на науката и технологията.

Литература:

1. Z h u, Y. North Carolina State University, NC State.
2. Експеримент ВОАП — София.
3. J d n e r, W. Anorg.Allg.Chem., 163/1971.
4. M i t e v a, A., Possibilities of strengthening of Al and Al alloys on the ground of structure analysis, Сборник от научна конференция, юни 2011, том 8, НВУ „В.Левски“, стр.126-129, ISSN 1314-1937.
5. BG патент 9318561990 г.
6. US Patent № 5,353,708/11.1994.