

КАРТИРАНЕ ПО ЕЛЕМЕНТЕН СЪСТАВ НА ДИСПЕРСНОУЯКЧЕНА АЛУМИНИЕВА СПЛАВ

Анна Бузекова – Пенкова¹, Стела Атанасова – Владимирова²

¹Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките

² Институт по Физикохимия - Българска академия на науките
e-mail: a_bouzekova@abv.bg; statanasova@ipc.bas.bg

Ключови думи: алуминиеви сплави, ултрадисперсен диамантен прах

Резюме: Извършено е картиране на нов композиционен материал на базата на алуминий, уякчен с диамантен прах и волфрам. Използвани са различни методи за определяне на основния и примесния състав и структурата, при оценяване на области с нанометрови размери. Материалът представлява значителен интерес за използването му в космическата техника и в частност за космическото приборостроене. Ето защо експерименталната проверка на качествата на този материал в условията на открития космос, се предхожда от предварителни изследвания, а последващите резултати ще са от значение за определяне влиянието на различните компоненти на работната среда върху композита. Идеияният проект се реализира в сътрудничество с водеща космическа държава - Руския модул на Международната Космическа Станция (МКС), в което разделение, колективът участва активно с блок ДП-ПМ, като част от експеримента ОБСТАНОВКА.

ELEMENTAL MAPPING OF DISPERSE-REINFORCED ALUMINIUM ALLOY

Anna Bouzekova – Penkova¹, Stela Atanasova – Vladimirova²

¹Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences

² Institute of Physical Chemistry – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: a_bouzekova@abv.bg; statanasova@ipc.bas.bg

Keywords: Aluminum alloys, ultradispersed diamond powder

Abstract: A mapping of a new aluminum-based composite material, reinforced with diamond powder and tungsten, was performed by scanning electron microscopy (SEM). Various methods were used to determine the primary and the additive composition and structure, by analyzing nanosized regions. The material is of considerable interest for the aerospace engineering sector and in particular for manufacturing aerospace instrumentation. Therefore the experimental investigation of the properties of this material in terms of outer space is preceded by preliminary studies, and the ensuing results are important for determining the influence of the various work environment components on the composite. The conceptual design is implemented in cooperation with a leading space-faring nation – the Russian module on the International Space Station (ISS), in whose division the team is actively participating with block DP-AF, as part of the OBSTANOVKA experiment.

Въведение

Все по-необходима става нуждата от генериране на информация и картиране, които да провокират действие за решаване на различни изисквания свързани със сплавите за космически приложения.

Извършено е картиране на нов композиционен материал на базата на алуминий, сплав В95, уякчен с диамантен прах /УДДП/ и волфрам /W/. Този метод на изследване картиране, наричано още картографиране по елементен състав ни дава връзката между състав, структура и свойствата на металите. Редица важни свойства: например твърдост, якост, пластичност, жилавост, електропроводимостта и някои магнитни характеристики са структурно чувствителни – т.е. те се променят значително не само когато се промени химичният състав на сплавта, но и когато формираната структура или някой структурен параметър се измени в резултат на

нагряване, деформация, или друг вид взаимодействие върху сплавта. Ето защо експерименталната проверка на качествата на този материал в условията на открития космос, се предхожда от предварителни изследвания, а последващите резултати ще са от значение за определяне влиянието на различните компоненти на работната среда върху композита. Идеиният проект се реализира в сътрудничество с водеща космическа държава - Руския модул на Международната Космическа Станция (МКС) , в което разделение, колективът участва активно с блок ДП-ПМ, като част от експеримента ОБСТАНОВКА.

Блокът с пробите е изнесен и закрепен от космонавт към повърхността на блок КВД1 чрез "Велкро". 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 изследвания и сравнения с референтни проби оставени на земята. Изследванията разгледани по-долу, ще бъдат използвани като сравнителен анализ.

Ето защо ние проведохме изследване картиране по елементен състав предварително, зада може след завръщането на образците от космоса да се съпоставят резултатите. Изследването се направи (проведе на Сканиращ Електронен Микроскоп (SEM), Joel JSM – 6390;EDS – INCA-sight Oxfordс програма ImageJ за цифрова обработка на изображенията.

Теория на метода

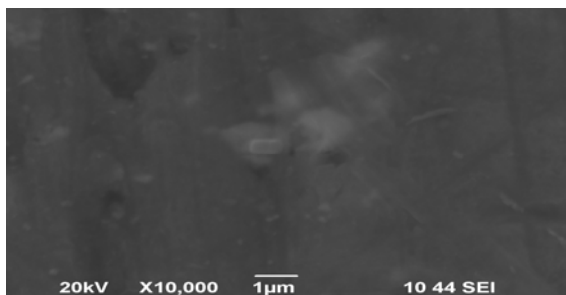
Методът SEM се основава на взаимодействието на електронен сноп (лъч) с атомите в съответния материал. Електронният сноп се фокусира до нанометрови размери чрез магнитни елементи и при попадането му върху образеца се наблюдават различни ефекти даващи информация за образеца.

В зависимост от използвания детектор и геометрията на експеримента има различни режими за работа на SEM. По-долу са изброени някои от тях заедно със съответната информация която носят за образец.

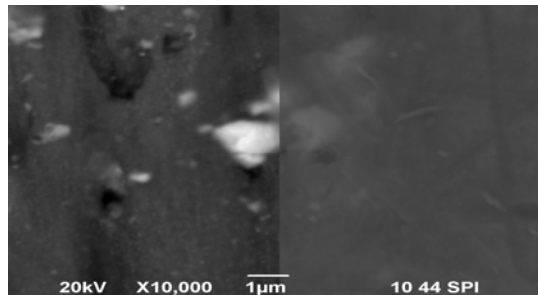
ВЕС – обратно отразени електрони (дава информация за химичния състав, структура на образеца) Наричат се отразени, защото лъча се удря, избива електроните и спектъра ги улавя и казва процентното съдържание

SEI – вторични електрони (дава информация за топографията на повърхността).

От фигура 1, фигура 2 се вижда, че снимките при SEI са мътни, защото не е релефен образаца, затова избираме ВЕС за направата на по-нататъшните изследвания.

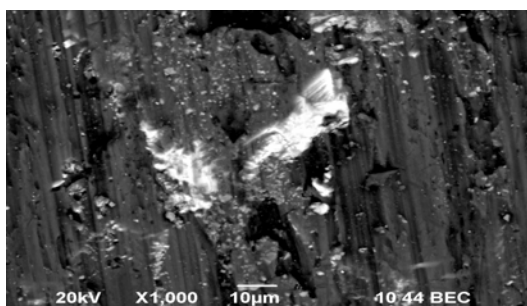


фигура 1

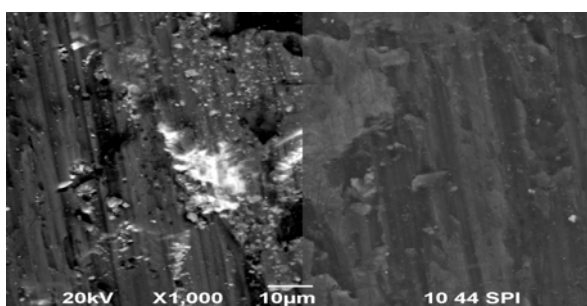


фигура 2

Снимки при ВЕС за първи участък



фигура 3



фигура 4

Това е най-използвания режим на работа при SEM. Използват се вторичните електрони излъчвани от тънък слой до повърхността. Броят вторични електрони силно зависи от ъгъла между първичния електронен сноп и повърхността, следователно образа дава информация за релефа на образеца.

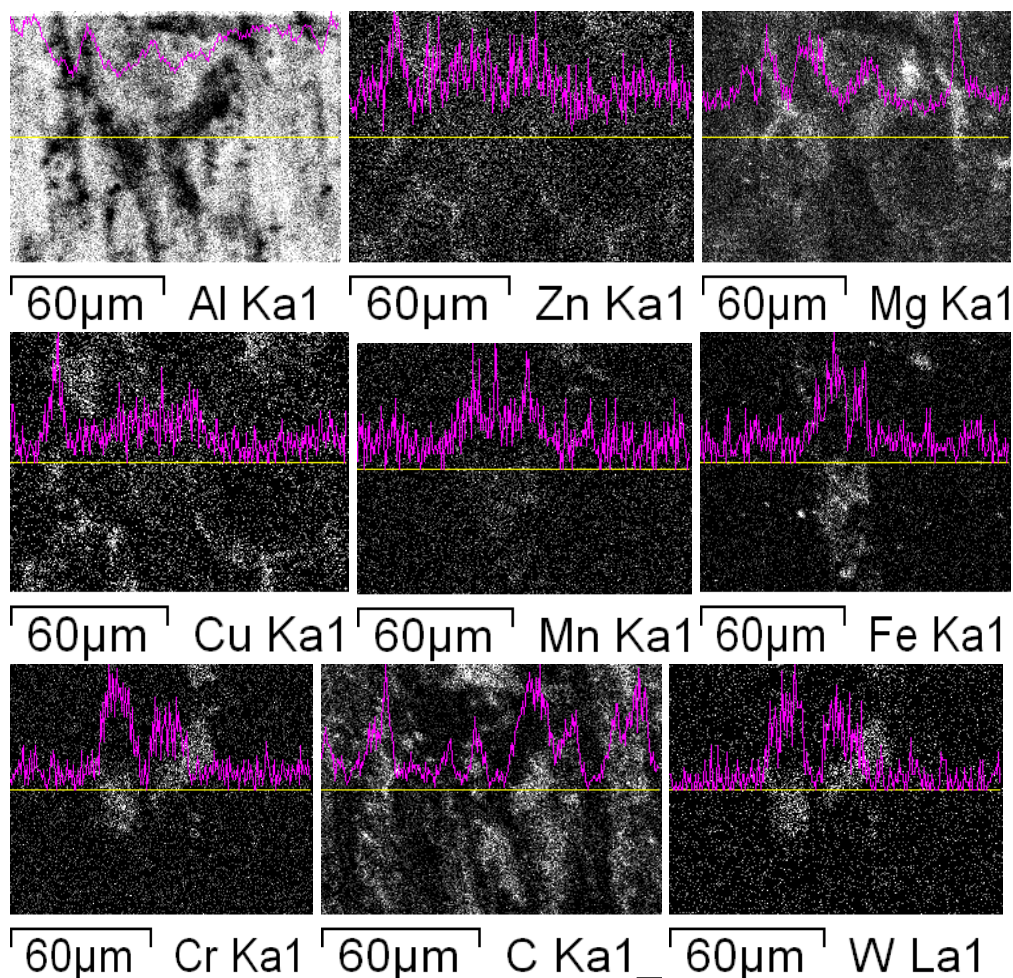
На фигура 4 е BEC и SEI едновременно.

Снимките са направени при увеличение $\times 10\,000$ и $60\ \mu\text{m}$ дължина на изследвания участък.

След получаване на топографско изображение от вторичните електрони, е възможно да се изследва химичния състав на избрани области. Картографиране на елементното разпределение в изследваната площ. В дадена точка от образеца се записва спектъра на излъчените фотони и се анализира интензитета на характеристикните линии за даден елемент.

Картографиране по елементи

Лилавата линия ни дава обогатяването в % на елемента за зададения участък



фигура 5

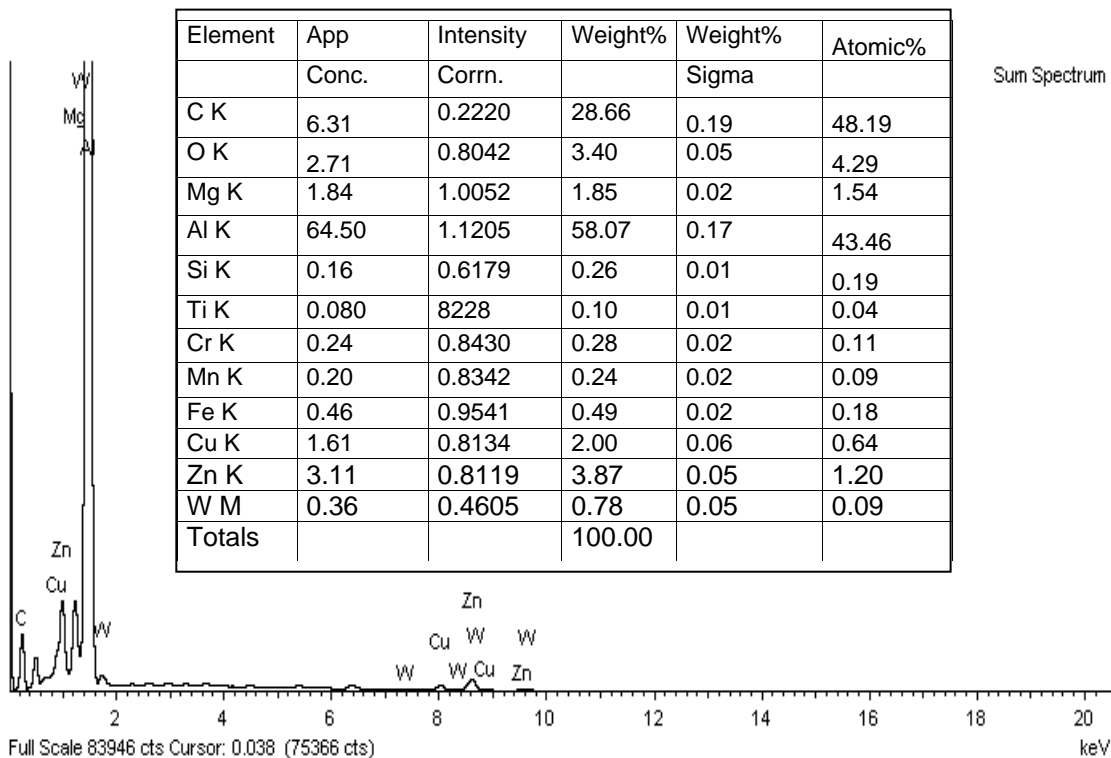
Бялото ни показва колко е насищането на дадения под снимката елемент в изследвания участък

К –енергитична серия. Определена автоматично от **SEM**

От картата се вижда, че Mg- Cr- W ; Zn-Cu-Mg; Cu-Mn-Fe са направили фаза.

Размера на ултрадисперсия диамантен прах-частиците са много малки $4\text{-}7\ \mu\text{m}$ и SEM ги разпознава като C (въглерод).

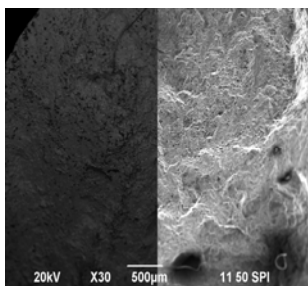
Таблица 1



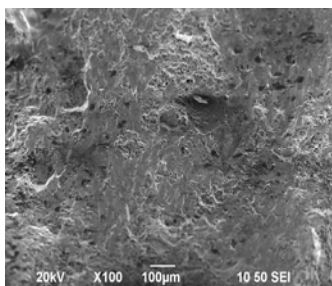
графика 1

На Таблица 1. е показан сумарен спектър от изследвания участък.

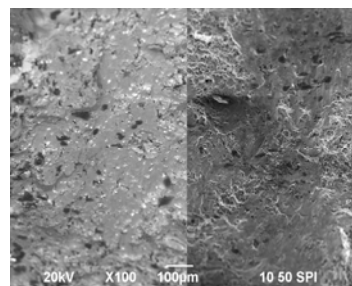
Снимки на лом за проба 1 с високи якостни показатели



фигура 6



фигура 7

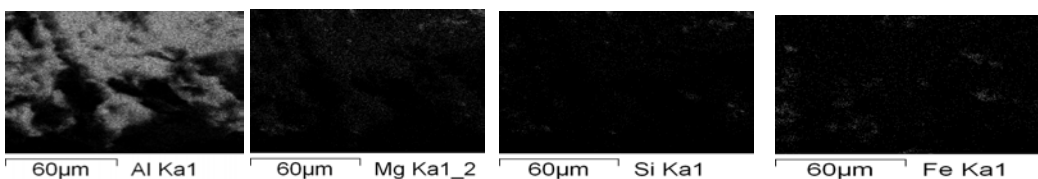


фигура 8

На фигура 6 е показано изображение на изследвания от нас лом.

На фигура 7 е показана снимка при SEI в избрания от нас участък, а на фигура 8 BEC & SEI

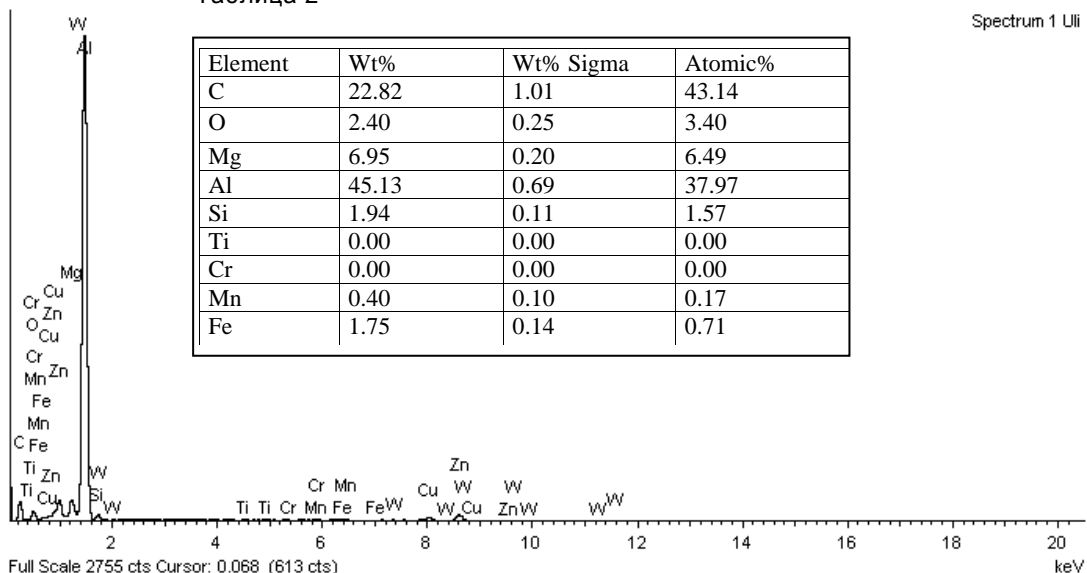
Картирание по елементи за проба 1 с високи якостни показатели



фигура 8

Таблица 2

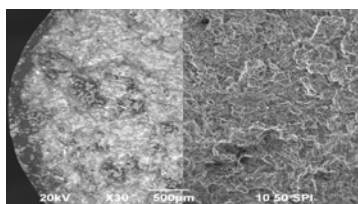
Spectrum 1 Uli



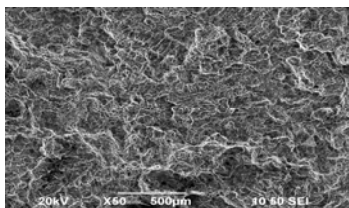
графика 2

Графика 2 и Таблица 2 процентно съдържание на елементите в лома

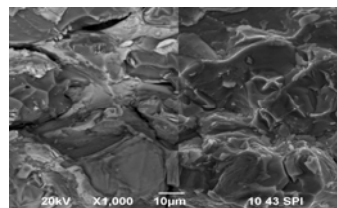
Снимки на лом за проба 2 с ниски якостни показатели



фигура 9



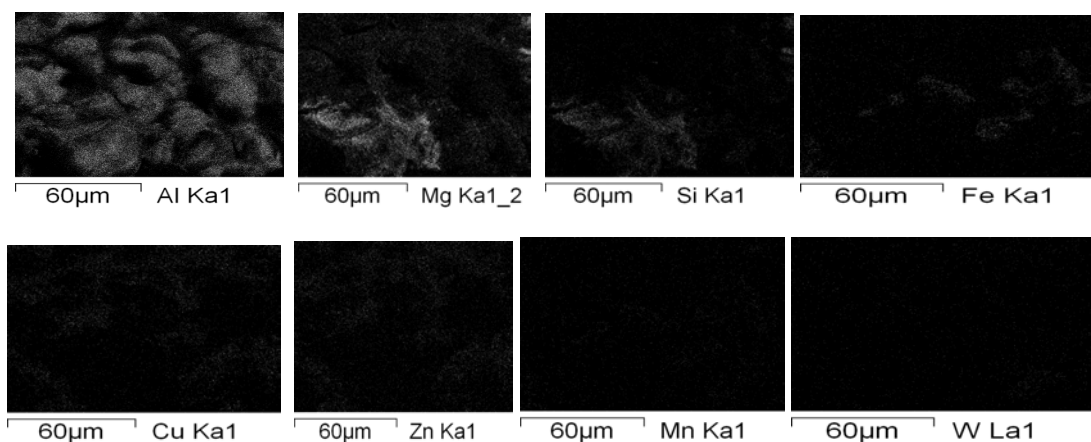
фигура 10



фигура 11

На фигура 9 е показано изображение на изследвания от нас лом.
 На фигура 10 е показана снимка при SEI в избрания от нас участък, а на фигура 11 BEC & SEI

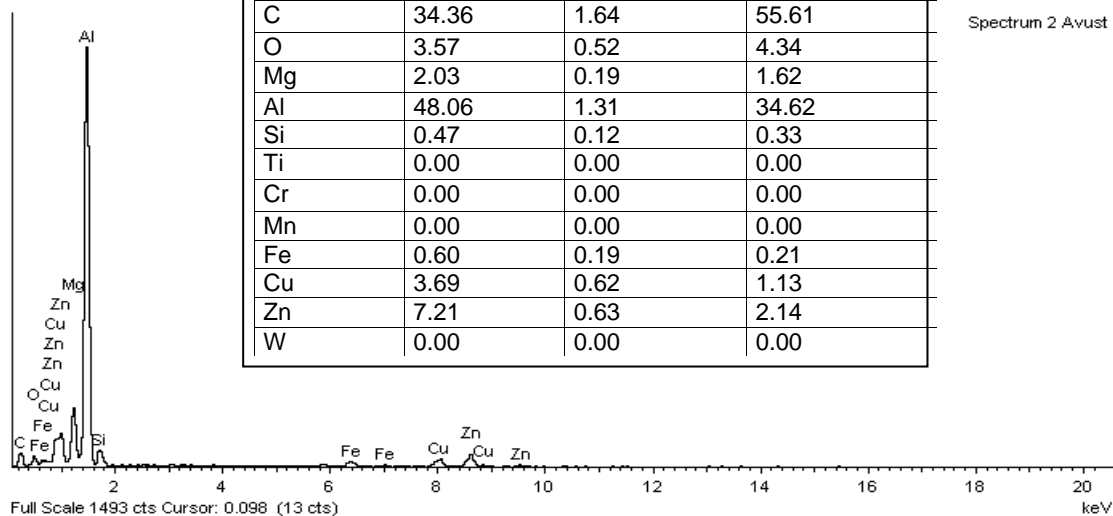
Картирание по елементи за проба 2 с ниски якостни показатели



фигура 12

Таблица 3

Element	Wt %	Wt % Sigma	Atomic%
C	34.36	1.64	55.61
O	3.57	0.52	4.34
Mg	2.03	0.19	1.62
Al	48.06	1.31	34.62
Si	0.47	0.12	0.33
Ti	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00
Fe	0.60	0.19	0.21
Cu	3.69	0.62	1.13
Zn	7.21	0.63	2.14
W	0.00	0.00	0.00



графика 3

Изводи:

- Материалът представлява значителен интерес за използването му в космическата техника и в частност за космическото приборостроене

- Изучаването на новополучените материали е трудно, но пък резултатите си заслужават усилията. Това изследване ще бъде по-ефективно при съпоставката на наземните образци с летателните. Тези които са на Международната Космическа Станция.

- От картата за проба 1 се вижда, че Mg- Cr- W ; Zn-Cu-Mg; Cu-Mn-Fe са направили фаза.

Размера на ултрадисперсия диамантен прах-частиците са много малки 4-7 μm и SEM ги разпознава като C (въглерод).

- От проба 1 за лом с високи якостни показатели се вижда, че Mg-Cu-Si са направили фаза.

- От проба 2 за лом с ниски якостни показатели се вижда, че Mg-Si, Cu-Zn-Fe са направили фаза. В този участък процентното съдържание на W е „0”, липсва уякчаваща фаза.

Литература:

1. Тушинский, Л. И., Плохов А. В., Токарев А. О, и др., Методы исследования материалов, Мир, 2004. - 161 с
2. Агамиров, Л. В, Методы статистического анализа механических испытаний. Машиностроение, 2004 - 128 с
3. S. J. B. Reed, Elektron Microprobe Analysis and scanning Electron Microscopy, University of Cambridge, 2005
4. Буслева, Е., Алюминий; влияние примесей на свойства алюминия; деформируемые и литейные алюминиевые сплавы