



ДИРЕКТОРАТ
ЦИВИЛНОГ
ВАЗДУХОПЛОВСТВА
РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

КОМИСИЈА ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ УЗРОКА УДЕСА И
ОЗБИЉНИХ НЕЗГОДА ВАЗДУХОПЛОВА

**ИЗВЕШТАЈ О ФРАКТОГРАФСКОМ ИСПИТИВАЊУ
ПОЛОМЉЕНИХ ДЕЛОВА МОТОРА CONTINENTAL IO-520-F,
сер. бр. 291054, СА АВИОНА CESSNA U206G, рег. ознаке
YU-DNZ**

Извештај саставио:

Иво Блацић, дипл. инж. мет.

Београд, децембар 2011. године

САДРЖАЈ

	Лист
1	УВОД 3
2	ФРАКТОГРАФСКИ ПРЕГЛЕД ДОЊЕГ ВИЈКА СА ВЕЛИКЕ ПЕСНИЦЕ КЛИПЊАЧЕ 3
3	ФРАКТОГРАФСКИ ПРЕГЛЕД ГОРЊЕГ ВИЈКА СА ВЕЛИКЕ ПЕСНИЦЕ КЛИПЊАЧЕ 5
4	ПРЕГЛЕД БОЧНИХ ПОВРШИНА НЕПОЛОМЉЕНИХ ВИЈАКА 6
5	ПРЕГЛЕД ПРЕЛОМНЕ ПОВРШИНЕ КЛИПА 7
6	ИЗГЛЕД ПОВРШИНА ОТВОРА ЗА ВИЈАК НА ВЕЛИКОЈ ПЕСНИЦИ КЛИПЊАЧЕ 8
7	ТВРДОЋА ВИЈАКА 9
8	АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА 9
9	ЗАКЉУЧЦИ 10

1. УВОД

Приликом прегледа мотора CONTINENTAL IO-520-F, сер. бр. 291054, који се налазио на авиону CESSNA U206G, рег. ознака YU-DNZ, који је принудно слетео услед отказа мотора, утврђено је да је на четвртом цилиндру пробијен блок мотора.

При томе је утврђено да је, уз велике деформације склопа клипњаче, дошло и до кидања вијака на вези велике песнице клипњаче као и до пуцања клипа.

Поломљени елементи су послати на фрактографско испитивање на ПМФ (Департамент за биологију – Универзитетски центар за електронску микроскопију) у Новом Саду. Ради поређења резултата, уз поломљене елементе послата су и два неполомљена вијка са везе велике песнице на другој клипњачи истог мотора.

Циљ фрактографског испитивања био је утврђивање механизма лома код поломљених делова и редослед њиховог одвијања.

Фрактографски прегледи делова су урађени на скенинг електронском микроскопу (СЕМ) са енергодисперзивним (ЕДС) анализатором X-зрака.

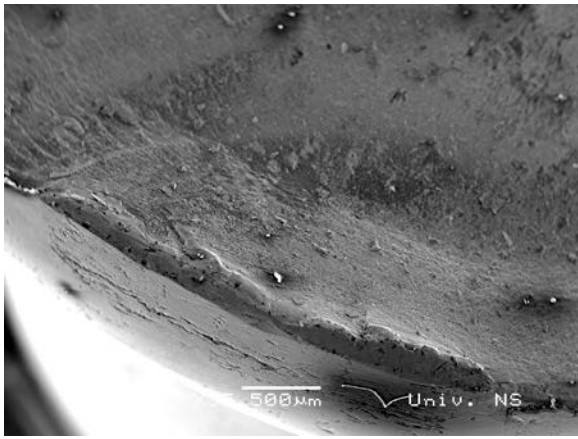
Овај Извештај је, као Прилог 2, саставни део ЗАВРШНОГ ИЗВЕШТАЈА О УДЕСУ авиона CESSNA U206G, рег. ознака YU-DNZ.

2. ФРАКТОГРАФСКИ ПРЕГЛЕД ДОЊЕГ ВИЈКА СА ВЕЛИКЕ ПЕСНИЦЕ КЛИПЊАЧЕ

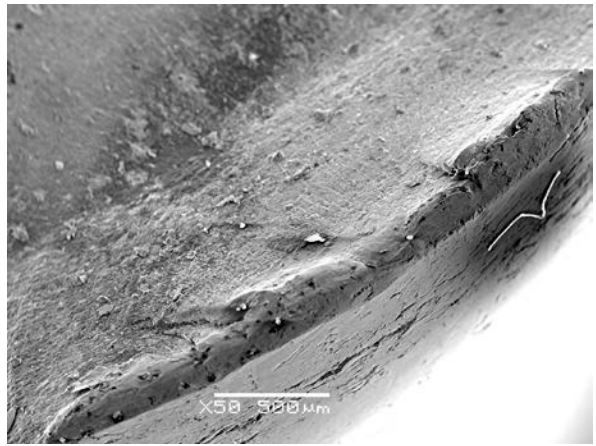
Место настанка прслине приказано је на Слици 2.1.а.

Место настанка прслине има зупчаст карактер који је карактеристичан за заморни карактер прслине, Слика 2.1.б. Испод примарне прслине, на спољашњој површини видљиво је и присуство секундарних прслина, Слика 2.1.а и б. Такође, на спољашњој површини присутно је корозионо оштећење у облику тачкасте корозије, тзв. “pitting”-а, Слика 2.1.в. У подручју простирања прслине присутне су слабо изражене “стрије” карактеристичне за заморни карактер лома код побољшаних челика, Слика 2.1.г и д.

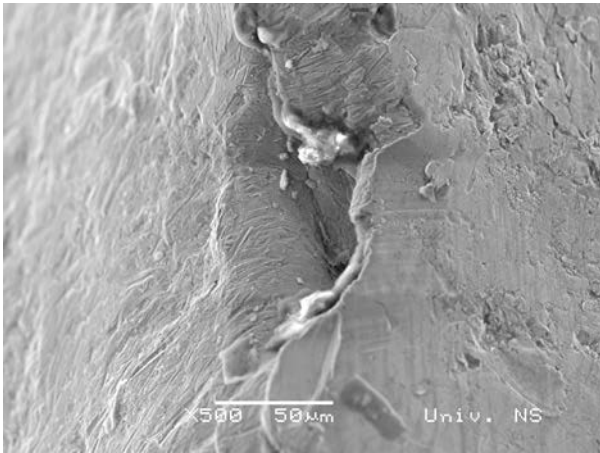
Хемијском ЕДС анализом на местима корозионих оштећења утврђено је присуство хлора, Слика 2.2.в и г. Присутни хлор, односно хлорни јон не потиче од прања узорка. Прање узорка урађено је чистим алкохолом. Хлорни јон је веома агресиван и има изражену склоност ка стварању тачкасте, тзв. тзв. “pitting” корозије.



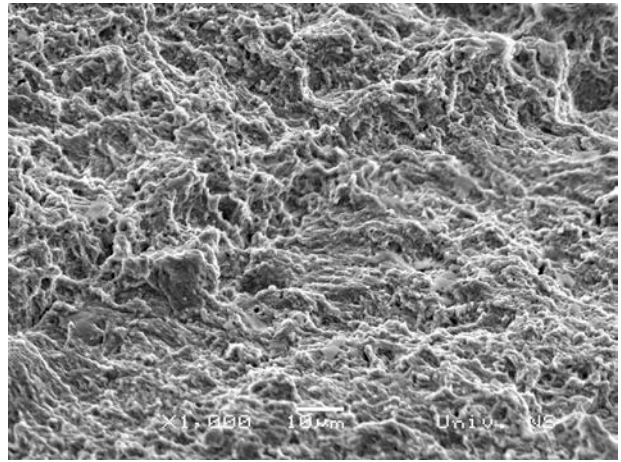
а)



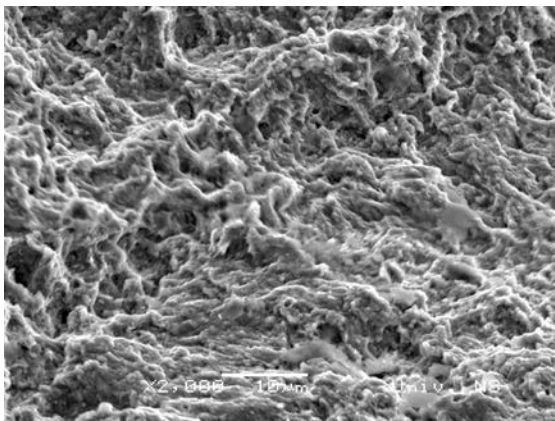
б)



в)

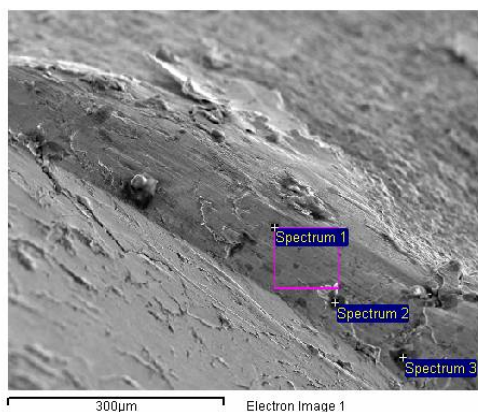


г)

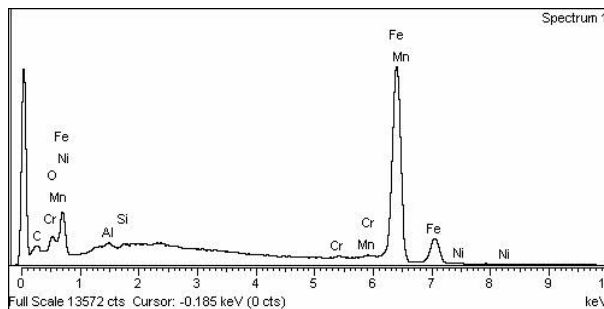


д)

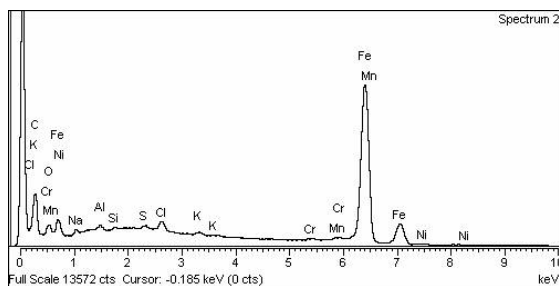
Слика 2.1. Изглед преломне површине доњег вијка велике песнице



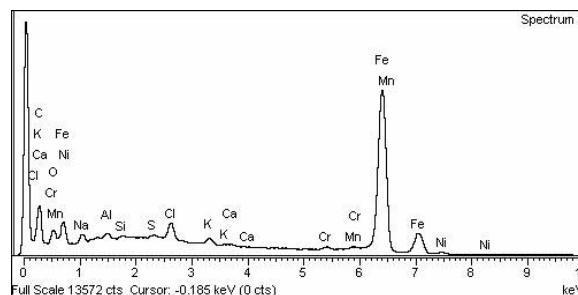
a)



б)



в)



г)

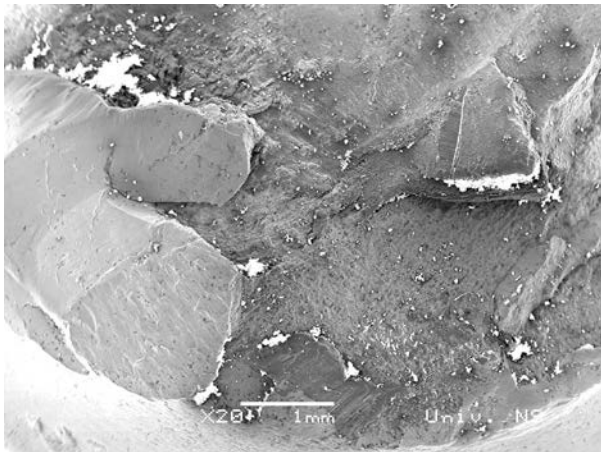
Слика 2.2. Хемијска анализа корозионих продуката на месту настанка заморне прслине код доњег вијка велике песнице

3. ФРАКТОГРАФСКИ ПРЕГЛЕД ГОРЊЕГ ВИЈКА СА ВЕЛИКЕ ПЕСНИЦЕ КЛИПЊАЧЕ

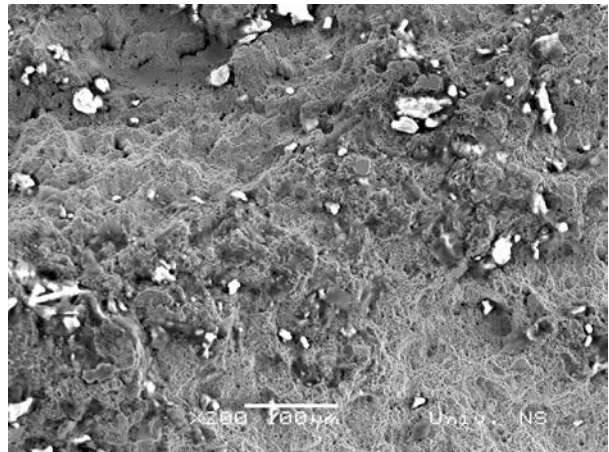
Подручје настанка прслине приказано је на Слици 3.1.а.

Присутно механичко оштећење слоја уз површину вијка спречило је детаљнију анализу тог подручја. Изглед лома на 2 мм од површине приказан је на Слици 3.1.б и в.

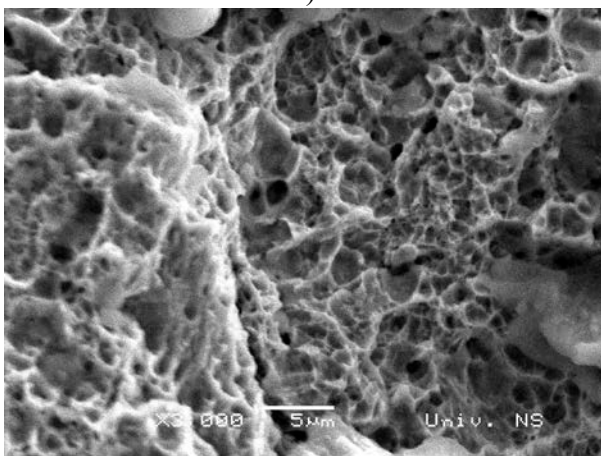
У том подручју је присутан статички лом. Микромеханизам лома је коалесценција шупљина, који спада у статичке микромеханизме.



а)



б)



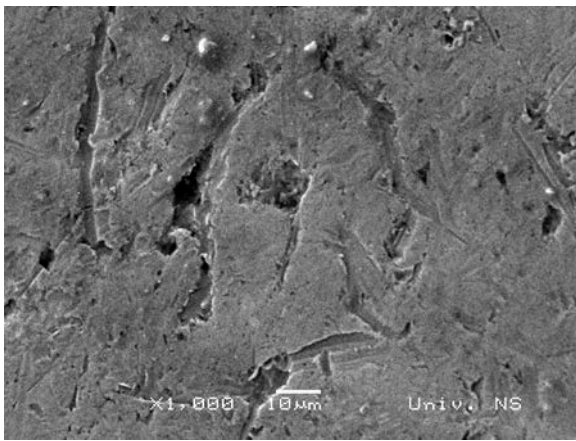
в)

Слика 3.1. Изглед преломне површине горњег вијка велике песнице

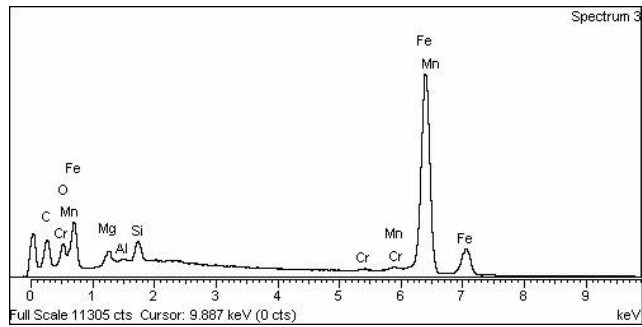
4. ПРЕГЛЕД БОЧНИХ ПОВРШИНА НЕПОЛОМЉЕНИХ ВИЈАКА

Преглед бочних површина неполомљених вијака урађен је на вијцима који су узети са трећег цилиндра. Испитивање је урађено да би се упоредила корозиона оштећења на неполомљеним вијцима са корозионим оштећењима на поломљеном вијку са заморном прслином.

Изгледи бочних површина приказани су на Сликама 4.1. и 4.2. Степен присутних корозионих оштећења на бочним површинама неполомљених вијака је приближно исти као код поломљеног вијка. У корозионим продуктима на испитиваним местима није откривено изразитије присуство хлора. Присутни су углавном Al, Si, Mg, Pb и C. Наведени елементи вероватно потичу од честица насталих хабањем других делова (клип, лежајеви на радилици или горива) који су пренешени уљем и нанети на површину вијака.

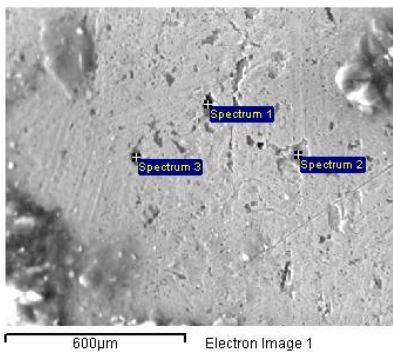


а)

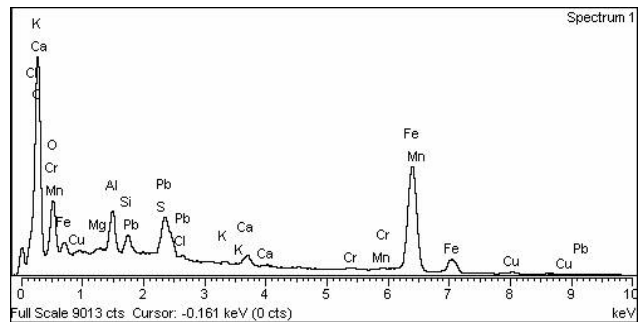


б)

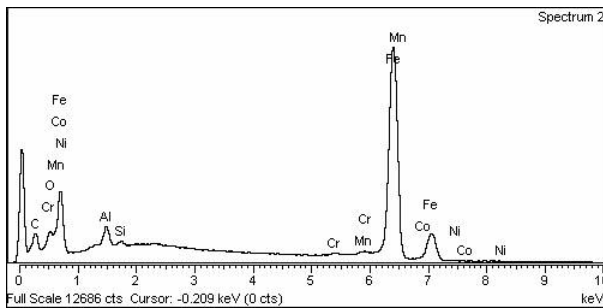
Слика 4.1. Корозиона оштећења на бочној површини једног неполомљеног вијка



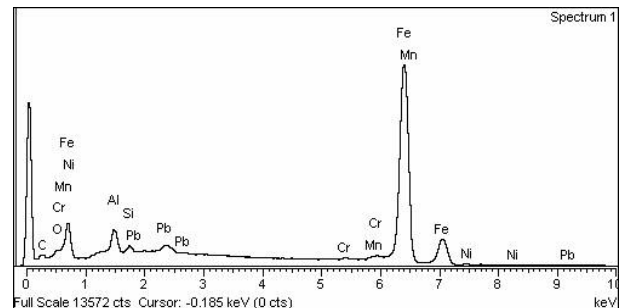
а)



б)



в)



г)

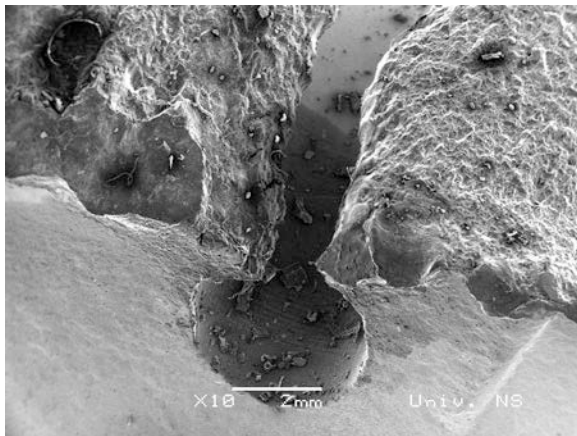
Слика 4.2. Корозиона оштећења на бочној површини другог неполомљеног вијка

5. ПРЕГЛЕД ПРЕЛОМНЕ ПОВРШИНЕ КЛИПА

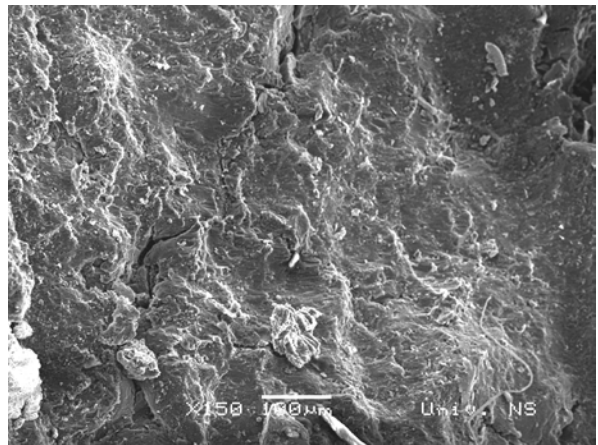
Изглед преломне површине клипа приказан је на Слици 5.1. Клип је урађен од алуминијумске легуре са присутним легирајућим елементима Si, Ni и Fe, Слика 5.1д и њ.

Лом је инициран у подручју отвора за уље, Слика 5.1.а. У подручју изнад отвора за уље присутно је механичко оштећење које потиче од карике, Слика 5.1.а. На површини лома непосредно уз почетак отвора за уље, уочено је присуство стрија, карактеристичних за заморни карактер лома, Слика 5.1.б и в.

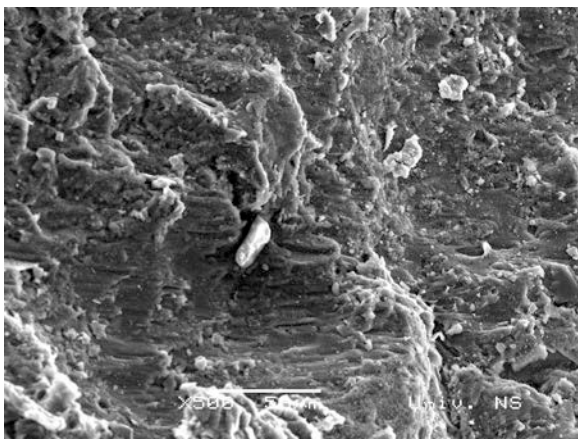
На површини прелома даље од почетка отвора за уље, присутан изглед лома карактеристичан за статички карактер лома код ове врсте легура, Слика 5.1.г. Статички карактер лома указује на присуство високог напона, односно нискоциклични замор.



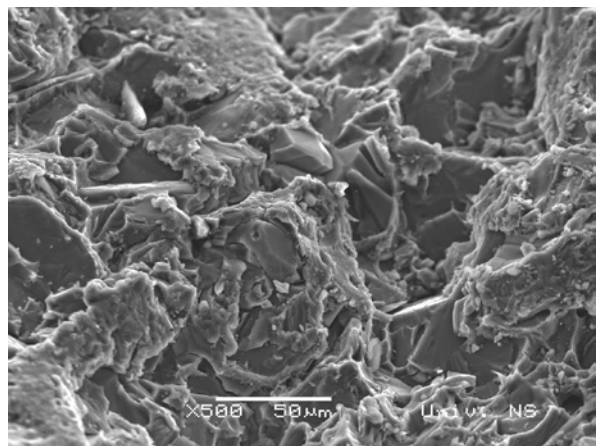
a)



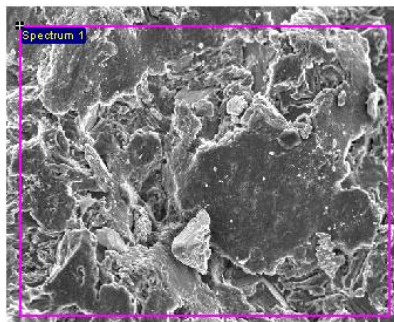
б)



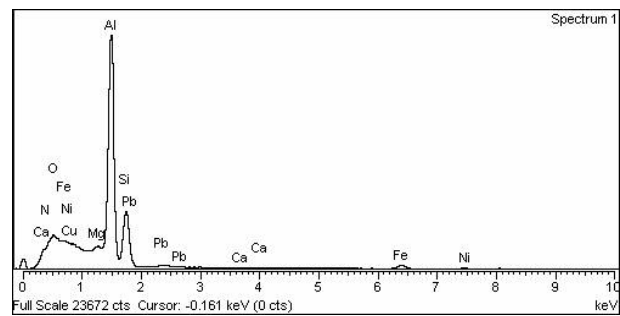
в)



г)



д)

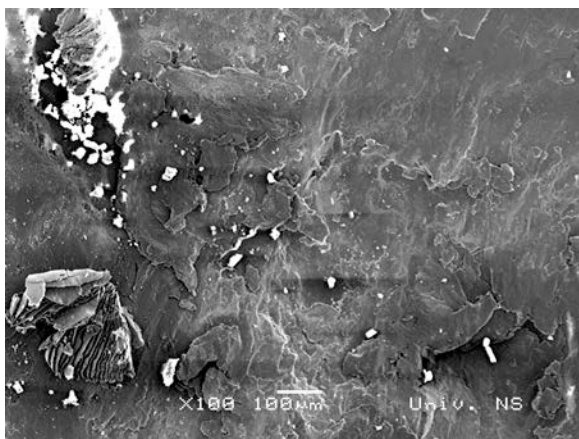


е)

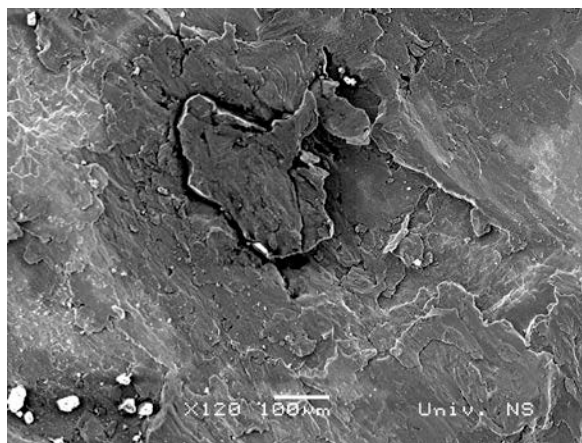
Слика 5.1 Изглед преломне површине клипа

6. ИЗГЛЕД ПОВРШИНА ОТВОРА ЗА ВИЈАК НА ВЕЛИКОЈ ПЕСНИЦИ КЛИПЊАЧЕ

Изглед површина отвора за вијак на великој песници клипњаче приказан је на Сlici 6.1. У отвору за вијак присутна је веома изражена корозија сл. 6.1.a и б. Хемијски састав корозионих продуката није одређиван због неповољног положаја површина ка ЕДС детектору.



а)



б)

Слика 6.1. Изглед површина отвора за вијак на великој песници клипњаче

7. ТВРДОЋА ВИЈАКА

Испитивање тврдоће методом Rokwell C урађено је на по једном поломљеном и једном неполомљеном вијку. Резултати су дати у Табели 7.1.

Табела 7.1.

Вијак	Тврдоћа HRC		
	поломљен	40	40
неполомљен	46	45	46

8. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

Прегледом преломних површина поломљених вијака са велике песнице клипњаче и клипа, констатовано је да је код поломљеног доњег вијка са велике песнице присутан заморни карактер лома скоро по целој површини.

Код поломљеног горњег вијка са велике песнице није уочено присуство замора. Не треба искључити да је замор био присутан и код овог вијка у почетним фазама лома које нису могле бити анализирани због механичког оштећења.

Код клипа у почетној фази лома на почетку отвора за уље уочене су “стрије”, али је за даљи развој било карактеристично да је лом имао статички карактер.

Описане карактеристике указују да је до појаве лома прво дошло код доњег вијка, док је код горњег вијка и клипа лом наступио касније.

На спољашњој површини доњег вијка, а код места настанка заморне прслине уочено је присуство корозионих оштећења у виду “pitting”-а. Приближно исти степен корозионих оштећења био је присутан и на вијцима који нису поломљени. Ово указује на то да је при заморном лому доњег вијка значајну улогу имао и механички фактор, тј. оптерећење вијка.

Вијци су урађени од челика за побољшање са тврдоћама од 40 до 46 HRC. При том нивоу тврдоће-чврстоће челици за побољшање су осетљиви на деловање корозије, што треба имати у виду.

9. ЗАКЉУЧЦИ

На основу извршених прегледа и анализе добијених резултата може се закључити следеће:

1. Лом је прво настао на доњем вијку велике песнице клипњаче, услед појаве замора иницираног на корозионом “pitting” оштећењу, па тек на горњем вијку велике песнице клипњаче и клипу.
2. Приближно исти степен корозионог “pitting” оштећења на поломљеном доњем вијку велике песнице клипњаче и неполомљеним вијцима, указује да је при лому доњег вијка велике песнице клипњаче значајнију улогу имао механички фактор, односно оптерећење вијка.
3. Консултовати произвођача мотора да ли су потребне додатне превентивне мере везане за уочена корозиона оштећења, обзиром да уграђени вијци имају тврдоћу од 40 до 46 HRC