



РЕПУБЛИКА СРБИЈА  
ЦЕНТАР ЗА ИСТРАЖИВАЊЕ  
НЕСРЕЋА У САОБРАЋАЈУ

## ИЗВЕШТАЈ О ИСТРАЗИ УДЕСА АВИОНА

Авион:	WSK PZL-Mielec AN-2
Регистарска ознака:	YU-BRK
Година производње:	1985.
Серијски број:	1G23018
Власник:	СТС Авијација д. о. о.
Корисник:	СТС Авијација д. о. о.
Место удеса:	Атар села Ново Ланиште, град Јагодина
Датум удеса:	19. 09. 2018. године
Време удеса:	17.45 (LT)

Јануар 2021. г.

## УВОД

У овом извештају изнети су резултати истраживања удеса авиона типа WSK PZL-Mielec AN-2, регистарске ознаке YU-BRK, која се догодила 19. 09. 2018. године на територији града Јагодина, у атару села Ново Ланиште.

Радну групу за испитивање овог удеса образовао је в. д. директор Центра за истраживање несрећа у саобраћају Републике Србије, Решењем број: 343-00-1/2018-01-8-5 од 20. 09. 2018. године.

Истраживање овог удеса спроведено је у складу са одредбама Закона о истраживању несрећа у ваздушном, железничком и водном саобраћају (Службени гласник Републике Србије бр. 66/2015 и 83/2018) и Правилника о истраживању удеса и озбиљних незгода у ваздушном саобраћају (Службени гласник Републике Србије бр. 113/2015 и 50/2019).

Истраживање и откривање узрока несрећа нема за циљ утврђивање кривичне, привредно-преступне, прекршајне, дисциплинске, грађанскоправне или неке друге одговорности. Стручни послови који се односе на истраживања несрећа су независни од кривичних истрага или других паралелних истрага којима се утврђује одговорност или одређује степен кривице. Сви удеси и озбиљне незгоде у ваздушном саобраћају морају да се истраже и анализирају како би се утврдиле чињенице под којима су се десили, ако је могуће открили њихови узроци и потом предузеле мере којима се спречавају нови удеси и озбиљне незгоде.

Сва времена у овом Извештају су приказана као **LT** (*Local Time* - Локално време).

Скраћенице:

- ME - multi engine (више моторни авион)
- SE - single engine (једно моторни авион)
- PIC - pilot-in-command (пилот који управља ваздухопловом)

## САДРЖАЈ

1	ЧИЊЕНИЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ.....	4
1.1	Историјат лета.....	4
1.2	Повреде.....	4
1.3	Оштећења на авиону.....	4
1.4	Штета причињена трећим лицима.....	6
1.5	Подаци о посади авиона .....	6
1.6	Подаци о авиону.....	7
1.7	Информација о организацији.....	8
1.8	Стање на месту удеса.....	8
1.9	Метеоролошки подаци.....	9
1.10	Навигациона средства и опрема.....	9
1.11	Подаци о комуникацији пилота са надлежном контролом летења .....	9
1.12	Регистратори лета .....	9
1.13	Медицински и патолошки подаци.....	9
1.14	Подаци о пожару.....	9
1.15	Трагање и спасавање.....	10
1.16	Аспекти преживљавања .....	10
1.17	Испитивања и истраживања .....	10
2	АНАЛИЗА УДЕСА.....	11
3	ЗАКЉУЧЦИ .....	21
3.1	Налази .....	21
3.2	Узроци удеса .....	21
4	БЕЗБЕДНОСНЕ ПРЕПОРУКЕ.....	22
5	Прилог .....	22

## 1. ЧИЊЕНИЧНЕ ИНФОРМАЦИЈЕ

### 1.1 Историјат лета

Дана 19. 09. 2018. године, планирано је, са аеродрома "Лисичји јарак", град Београд, извршење једног лета изнад града Јагодине са задатком авиотретирања одраслих форми комараца. Лет је планиран да се обави у трајању од 02 часа и 30 минута, пољопривредним авионом типа WSK PZL-Mielec AN-2 (даље: AN-2), регистарске ознаке YU-BRK.

Авион је са аеродрома "Лисичји јарак" полетео у 17.00 часова и летећи визуелно маршрутом Лисичји јарак-Гроцка-Смедеревска Паланка, долетео у рејон града Јагодина, на висини од око 150 метара, при чему је изнад села Ново Ланиште био у 17.45 часова.

Посада је извршила проверу уређаја за прскање и припремила се за први налет, када је осетила вибрације на мотору авиона. Непосредно затим, са вибрацијама које су постајале све учесталије, по прозорима са леве стране ветробрана у смеру кретања почело је да се разлива уље, које је убрзо прекрило све прозоре кабине авиона. У кабини авиона појавио се густ црни дим, а испред ветробрана појављивали су се фрагменти пламена. Због изузетно смањене видљивости ван кабине, вођа ваздухоплова је одлучио да изврши принудно слетање. За принудно слетање одабрао је ненасељен терен - закоровљену њиву која је била у правцу лета. У прилазу за слетање авион је левим крилом ударио у дрвеће, занео се и у левој ротацији око вертикалне осе, додирнуо земљу. Клизајући по земљи, авион је наставио са ротацијом око вертикалне осе и окретањем за скоро 180 степени у односу на правац прилаза при чему је сломио стајни трап да би се убрзо након тога зауставио без превртања.

Авион је претрпео тешка оштећења, док посада није претрпела повреде.

### 1.2 Повреде

Повреде	Посада	Друга лица
Смртне	/	/
Тешке	/	/
Лакше	/	/

У овом удесу нема повређених лица.

### 1.3.Оштећења на авиону

Авион је претрпео оштећења структуре, при чему су труп, доња крила, мотор и елиса приликом овог удеса претрпели највећа видљива оштећења (слике 1-5).



Слика 1.



Слика 2.



Слика 3.



Слика 4.



Слика 5.

#### 1.4 Штета причињена трећим лицима

Штета трећим лицима не постоји.

#### 1.5 Подаци о посади авиона

Пилот - вођа ваздухоплова:

Старосна доб: 70 год.  
Пол : Мушки  
Дозвола бр.: SRB FCL 0171/0583  
Важи до: 30. 04. 2019. године  
Датум истека медицинског прегледа: 16. 05. 2019. г. - Класа 2  
Укупан налет: \*\*

Други члан посаде/пилот:\*

Старосна доб: 27 година.  
Пол: Мушки  
Дозвола бр: SRB FCL 0351/0552  
Важи до: 31. 08. 2019. године  
Датум истека медицинског прегледа: 15. 11. 2018. г. Класа 1  
Укупан налет: \*\*

\* - Ово лице је прво изјавило да је на лету било члан посаде, а касније је изјавило да је на лету било као путник, на десном седишту пилотске кабине. Радна група је током истраге установила да је ово лице током лета вршило одређене функције, те да је у претходном периоду на исти или сличан начин летело у предметном авиону и да је налет уносило у своју летачку књижицу. Истовремено, у књижици летења (налета) вође ваздухоплова лет је уписан са датим лицем као PIC, док је вођа ваздухоплова вршио функцију инструктора. На основу наведеног, радна група ово лице сматра као: други члан посаде/пилот.

\*\* Напомене:

- Увидом у податке који су јој достављени, Радна група није могла да верификује укупан налет и број летова оба члана посаде, обзиром да је установила да су оба члана уписивала у свој налет летове које су истовремено летели, на истом авиону а у својству PIC и SE (за другог члана посаде/пилота) и инструктора, односно копилота и ME (за вођу ваздухоплова)  
- из ограничених доступних података налета оба члана посаде, Радна група је установила за извршене летове дана 21. јула, 05., 09. и 10. августа.  
- Обзиром да су чланови посаде у претходном периоду летели на авиону који је учествовао у овом удесу регистарске ознаке YU-BRK, при чему не постоји пратећа документација која је обавезна по важећим прописима (налози за лет, документа о оспособљености пилота да ради на било ком пилотском седишту и слично) не постоји могућност да се дати летови верификују и потврде као изведени;

- Увидом у Оперативни дневник ваздухоплова, дана 24. 08. 2018. године извршен је 1 лет, са посадом у саставу вође ваздухоплова и другог члана посаде/пилота са лета у којем је дошло до удеса, а који није унет у књижици налета за оба лица.
- За лет при којем је дошло до овог удеса, у књижици налета вође ваздухоплова је као PIC уписан други члан посаде/пилот док је вођа ваздухоплова уписан као копилот и инструктор, док у књижици налета другог члана посаде/пилота лет у којем је дошло до удеса није наведен.
- Током провере документације оператера, Радна група ни на који начин није могла да потврди да је други члан посаде/пилот ангажован од стране оператера, што је и потврђено изјавом одговорног руководиоца оператера да други члан посаде/пилот није на било који начин ангажован у оквиру оператера.

## 1.6. Подаци о авиону

Тип авиона:	AN-2
Произвођач:	WSK PZL-Mielec
Регистарска ознака:	YU-BRK
Серијски број ваздухоплова:	1G23018
Година производње:	1985. година
Уверење о пловидбености и Уверење о регистрацији:	Број улошка у регистру цивилних ваздухоплова 1679 (датум уписа 22. 12. 1994. г.), датум издавања Потврде о провери пловидбености (ППП број 1679) - 05. 07. 2018 г. важи до 05. 07. 2019. г.
Власник и корисник:	СТС Авијација д. о. о. (СТС Аћимовић Дејан и остали д. о. о.)
Карактеристике:	Једномоторни Мотор SN: K 1629218 Налет мотора: сати 438 минута 20* Елиса SN: H071290038 Налет елисе: сати 544 и минута 11*
Тежина празног авиона (kg):	3.460
Максимална дозвољена тежина у полетању (kg):	5.500
Гориво:	AV 100 LL
Подручје употребе:	VFR
Укупан налет авиона:	Сати 2.714, минута 40*
Налет након инспекцијског прегледа:	02 сата и 55 минута
Полиса осигурања:	Осигуран
Намена:	Пољопривреда

\* - Увидом у расположива документа, 15. 06. 2018. године је авион прошао Годишњу/100-часовну проверу, при чему је установљен дати налет авиона, мотора и елисе. Након ове Годишње провере, авион је имао још 6 летова (укључујући онај у којем се догодио удес) са најмање 2 сата и 55 минута налета, који нису адекватно унети у Оперативни дневник ваздухоплова. Сви налети су дати од опште оправке 2012. године.

Напомена:

Радна група није могла да приступи комплетној документацији која се односе на коришћење авиона рег. ознаке YU-BRK у периоду пре удеса (видети део 2. Анализа).

Увидом у документа која су јој достављена, Радна група је установила да се у Директорату цивилног ваздухопловства Републике Србије (ДЦВ РС) као година производње води 1988. година (Регистар ваздухоплова), док је авион произведен 1985. године.

У документима која се односе на Потврду о провери пловидбености издату 05. 07. 2018. године, као власник и корисник авиона се наводи "СТС Авијација д. о. о.", док се у Уверењу о регистрацији издатог 12. 04. 2011. године (важеће у документима за ППП од 2018. године) као власник и корисник наводи се "СТС Аћимовић Дејан и остали д. о. о.", што нема утицаја на узрок овог удеса, али не постоје документи који званично повезују ова два правна лица.

### **1.7 Информација о организацији**

Оператер: правно лице - СТС Авијација д. о. о.

Седиште: Београд, Земун, Шилерова 54а.

Потврда о оспособљености за пружање услуга из ваздуха број (AWC No.) RS-106, од 08. 07. 2016. године.

Авион рег. ознаке YU-BRK је унет у Оперативну спецификацију наведеног оператера за врсту делатности релевантну за предметни удес - Пружање услуга из ваздуха у пољопривреди и шумарству.

Остали подаци нису од битног значаја за истраживање овог удеса.

### **1.8 Стање на месту удеса**

Авион је принудно слетео у атару села Ново Ланиште, које катастарски припада граду Јагодина. Координате места удеса: 44°01'30" СГШ и 21°14'11" ИГД.

Место приземљења је њива обрасла високим коровом и самониклим дрвећем. Земљиште на њиви било је суво и веома тврдо и на њему су били уочљиви кратки и плитки трагови од стајног трапа и елисе настали принудним слетањем авиона. Из правца слетања, на удаљености од око 30 метра од олупине авиона, видљиво је дрвеће висине до 25 метра на којем су откинуте крошње на висини од око 20 метра, односно око 5 метара од врхова дрвећа. На самом месту слетања на основу трагова на земљи и грана дрвећа које су биле забодене у доње лево крило као и на основу положаја авиона у односу на правац слетања може се закључити да је авион након удара левим крилом у дрвеће добио ротацију у лево око вертикалне осе и у тој ротацији наставио понирање и клизање по земљи до заустављања за заокретом од скоро 180 степени и односу на правац принудног слетања.



Кабина авиона била је размазана уљем, а око авиона били су видљиви трагови уља и хемијског средства за третирање које је исцурело из авиона.

Авион се налазио на трбуху са уврнутом конструкцијом трупа и деформисаним крилима, поломљеним стајним трапом, искривљеним крацима елисе и видљивом пукотином на I-ом цилиндру мотора.

Након завршеног увиђаја са авиона је скинут мотор и послат на детаљно испитивање, а труп авиона је предат власнику авиона.

### **1.9 Метеоролошки подаци**

Метеоролошки услови на дан 19. 09. 2019. године по добијеним изјавама су били повољни за летење и нису имали утицаја на факторе који су довели до удеса. Подаци очитани на најближој станици Републичког хидрометеоролошког завода (Крагујевац) су били: претежно сунчано и топло време, ветар слаб и умерен, источни и југоисточни, минимална температура 11.0°C, а максимална 29.7°C.

### **1.10 Навигациона средства и опрема**

Није од важности.

### **1.11 Подаци о комуникацији пилота са надлежном контролом летења**

Није од значаја за истрагу овог удеса.

### **1.12 Регистратори лета**

Није применљиво.

### **1.13 Медицински и патолошки подаци**

Нису од важности за удес.

### **1.14 Подаци о пожару**

Током лета а непосредно након отказа мотора, испод капотажа мотора, појављивали су се фрагменти пламена, али су исти брзо нестајали и гасили се у ваздуху.

### **1.15 Трагање и спасавање**

Није било потребе за покретањем акције трагања и спасавања.

### **1.16 Аспекти преживљавања**

Није применљиво.

### **1.17 Испитивања и истраживања**

Сва испитивања и истраживања спроведена су на основу стања затеченог током увиђаја места удеса, олупине авиона, изјава учесника и прикупљених докумената и података.

У циљу што адекватнијег спровођења истраге, након увиђаја је са авиона скинут мотор са пратећим агрегатима и склоповима, на којима је накнадно спроведена детаљна анализа оштећења и узрока отказа. Дефектажом агрегата, делова и склопова мотора, утврђен је могући редослед ломова у мотору на основно којег се дошло до основног узрока отказа мотора.

## 2. АНАЛИЗА УДЕСА

Анализа удеса дата је на основу: података са увиђаја, изјава учесника, анализе и испитивања оштећења и узрока отказа мотора и увида у летачку и техничку документацију (видети 1.17).

Дана 19. 09. 2018. године, планирано је извршење једног лета изнад града Јагодине са задатком третирања одраслих форми комараца. Лет је планиран да се обави од 17.00 до 19.30 часова у укупном трајању од 02.30 часа, пољопривредним авионом AN-2, регистарске ознаке YU-BRK, са два члана посаде. Вођа ваздухоплова је пилот са већим искуством у летењу пољопривредним авионима (и AN-2), а други пилот је био са мањим искуством у летењу авионом AN-2, а по изјавама био је позван да лети у својству копилота.

Пилоти су са аеродрома Лисичји јарак, полетели у 17.00 часова и летећи визуелно маршрутом: Лисичји јарак-Гроцка-Смедеревска Паланка, долетели у рејон града Јагодина, на висини од око 150 метара, изнад села Ново Ланиште у 17.45 часова. Пилоти су извршили проверу уређаја за прскање комараца и припремили се за први налет када су осетили вибрације на мотору авиона. Непосредно затим са вибрацијама које су постајале све учесталије по прозорима са леве стране почело је да се разлива уље, које је убрзо прекрило све прозоре кабине авиона. У кабини авиона појавио се густ црни дим, а испред ветробрана појављивали су се фрагменти пламена. Фрагменти пламена нису запалили разливано уље и нису изазвали пожар на авиону, већ су због широм отворених капотажа одлазили у ваздух.

Због губитка снаге мотора и изузетно смањене видљивости ван кабине, није било могуће даље летети и вођа ваздухоплова одлучио је да изврши принудно слетање. За принудно слетање одабрао је ненасељен терен-закоровљену њиву која је била у правцу лета. Вођа ваздухоплова је правилно поставио конфигурацију авиона за принудно слетање, имајући у виду околност да је авион на полетању имао укупну тежину од 4.960, односно око 4.800 килограма на принудном слетању.

У прилазу за слетање авион је левим доњим и левим горњим крилом ударио у дрвеће на око 5 метара од врхова крошњи, чија је укупна висина била око 25 метара. У судару са дрвећем авион је додатно изгубио прогресивну брзину, занео се у лево, при чему је десно крило склизнуло на доле за око 30% по попречној оси. У таквој неконтролисаној ротацији авион пропада на доле и у траверзи удара у земљу истовремено десним доњим крилом које се увија, десним стајним трапом који се кида и левим стајним трапом који се кида. У тренутку удара о тло краци елисе забадају се по земљи све до престанка рада мотора. Авион се зауставио без превртања у правцу супротном од правца лета.

Авион је претрпео тешка оштећења структуре, мотор је доживео унутрашње ломове, а елиса је била са савијеним крацима.

Пилоти су након слетања искључили електро-мрежу и довод горива на авиону и неповређени напустили авион.

На авиону у фази принудног слетања није био активиран против-пожарни систем.

Авион је на полетању имао укупну тежину од око 4.950 кг: празан авион 3.460 кг, авио бензин 660 кг, авио уље 65 кг, хемијско средство 609 кг и посада 150- 160кг.

На принудном слетању авион је имао око 4.800 кг. што је за 400 кг мање од максимално дозвољене тежине за слетање авиона AN-2 у аеродромским условима. Разлика између масе на полетању и слетању одговара нормалној потрошњи горива у режиму рада мотора за предметни лет пре удеса.

### Дефектажа агрегата мотора

Убрзо након увиђаја на месту удеса, донета је одлука да се са авиона скине мотор са пратећим агрегатима и склоповима, како би на њима била спроведена детаљна анализа оштећења и узрока отказа:

- Растављен је центрифугални филтер уља у којем је пронађен талог дебљине 4-5 mm и већа количина алуминијумских опиљака (слике 6. и 7.).



Слика 6.



Слика 7.

- Растављена је уљна пумпа, на којој није било оштећења, а после демонтаже се лако и без запињања окретала (слика 8.).



Слика 8.



Слика 9.

- Филтер црпца је потпуно прекривен опиљцима алуминијума заједно са читавим кућиштем црпца (слика 9.).

- Кунов филтер је на 10 % површине имао алуминијумске опиљке (слика 10.).

-Демонтажом разводних капа левог и десног магнета није примећен њихов несинхронизован рад.

Сви агрегати били су исправни и у функцији.



Слика 10.

### Дефектажа делова и склопова мотора

- Растављена је клацкалица усисног и издувног вентила I-ог цилиндра на којој није било оштећења, а игличасти лежај био је комплетан. Шипка подизача издувног вентила била је благо искривљена (слика 11.).



Слика 11.

- Скинуте су матице са I-ог цилиндра, али због значајног кривљења доњег дела кошуљице цилиндра у унутрашњем делу кућишта мотора скидање није било могуће. Металном

полугом је одвојена-откинута цилиндарска глава од плашта цилиндра. Ово је било могуће јер је глава I-ог цилиндра у удесу већ била одвојена од плашта скоро 2/3.

- Констатовано је да је компресиона комора I-ог цилиндра по читавој површини тешко оштећена, заједно са свећицама на којима нема отпалих комада. У усисном колену није било страних предмета, а вентили су се слободно кретали у својим вођицама. Печурка издувног вентила је због удараца значајно удубљена.

- На унутрашњој површини I-ог цилиндра видљиви су уздужни трагови-рисеви изазвани клипним прстеновима, дубоки уздужни трагови распона око 90 мм у равни окретања коленастог вратила и пукотина-цепање кошуљице од врха, дужине око 150 мм, у правцу окретања коленастог вратила.

- Главна клипњача I-ог цилиндра је искривљена у десно. У равни окретања видљиво је оштећење осталих клипњача.

- Видљиво је савијање и ломови доњих делова кошуљица осталих цилиндара.

- У кућишту мотора пронађена је већа количина самлевених челичних и алуминијумских делова клипних прстенова, кошуљица цилиндара и клипова.

- Приликом механичког окретања коленастог вратила уочено је да је разлог отежаног кретања то што је дошло до смицања предње полутке у односу на задњу, у зони рамена клипњаче.

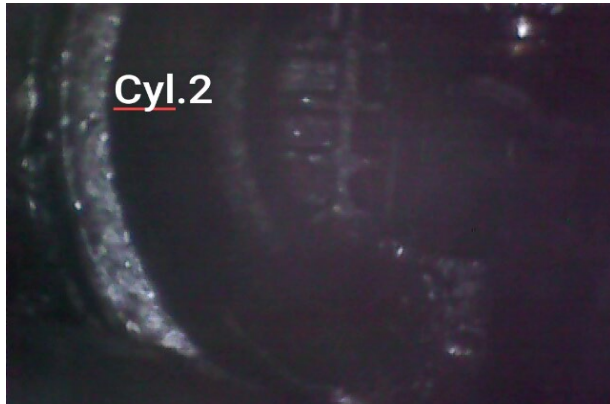
- Приликом окретања коленастог вратила уочен је лом клипњаче VI-ог цилиндра у зони везе са клипом-мала песница.

- Због савијања доњег дела кошуљице, VI-ти цилиндар није могао да се демонтира расположивим алатима, већ је то урађено насилном методом - сечењем главе цилиндра по уздужној оси. Када се одвојила глава цилиндра, кроз тако ослобођен отвор цилиндра извађен је клип који је био одвојен од клипњаче, који није имао трагове заривавања; био је компактан, али са доње стране оштећен од комада из кућишта мотора.

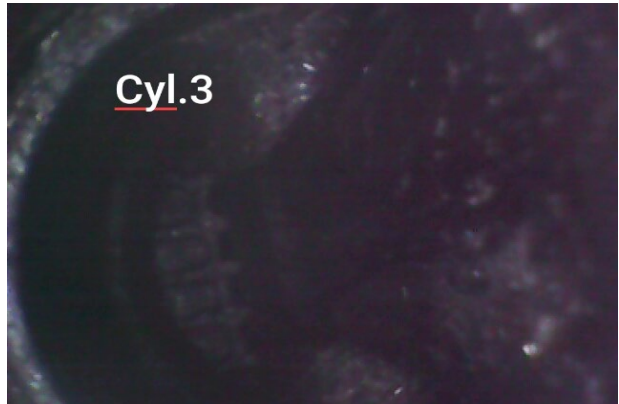
- Клипњача VI-ог цилиндра пукла је у зони мале песнице, а поред тога имала је видљиво оштећење-отисак са радијусом који се поклапа са радијусом осовинице клипа.

- Окретањем мотора у кућишту мотора пронађен је део радијусног облика дужине око 10 мм и дебљине 7 мм, који је и најкрупнији пронађени део самлевене осовинице клипа I-ог цилиндра.

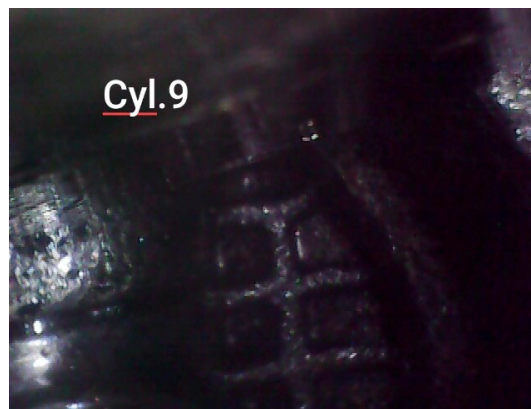
- Доњи делови кошуљица и унутрашње површине клипова у цилиндрима II, III и IX су оштећене ударцима алуминијумских и челичних делова клипа и осовинице I-ог цилиндра, који су се нашли у кућишту коленастог вратила (слике 12, 13 и 14).



Слика 12. Цилиндар 2



Слика 13. Цилиндар 3



Слика 14. Цилиндар 9

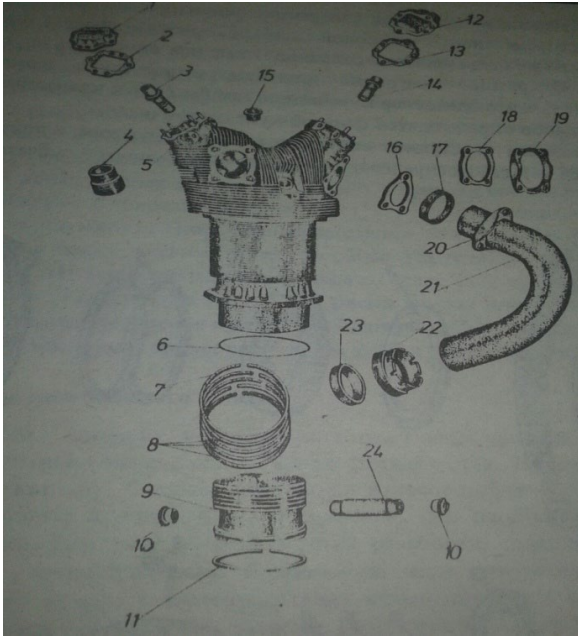
### **Редослед ломова у мотору**

На мотору је установљено кључно иницијално оштећење, кривљење и напрснуће клипњаче настало хидро ударом који се догодио у неком од ранијих летачких активности, што је током овог лета узроковало лом клипљаче на VI-ом, а затим, ланчано, лом клипа у I-ом цилиндру.

Остала оштећења у мотору настала су као последица ломова у овим цилиндрима.

На основу података који су прикупљени током истраге, кривљење и напрснуће клипњаче VI-ог цилиндра настало је највероватније током предходних летачких активности при запуштању мотора на земљи.

Приликом запуштања мотора (хладан старт), због конструкционог непостојања дренажног чепа на усисној цеви (део број 21 на слици 15.) VI-ог цилиндра, на којем би се на претполетном прегледу испустило сакупљено уље, у компресиони простор VI-ог цилиндра се кроз стабла и вођице (део број 14 на слици 15.) усисног вентила слило толико уља које је својом нестишљивошћу спречило слободно кретање клипа. Оваква ситуација доводи до „хидро удара“.



Слика 15.

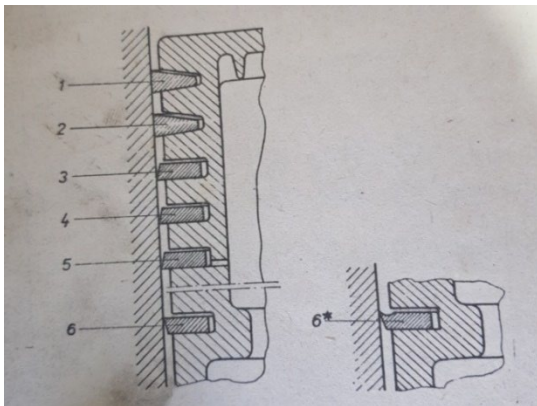


Слика 16.

У овом случају, „хидро удар“ је изазвао кривљење и напрснуће клипњаче VI-ог цилиндра. Стварање унутрашњег напрезања материјала преко границе конструкционог прорачуна, пре или касније сигурно доводи до коначног лома клипњаче, уколико се са оваквим мотором настави летења.

На пресеку лома клипњаче (слика 16.), део према клипу-мала песница, јасно се види линија старог и новог лома.

На месту прелома клипњаче видљиви су трагови њеног запињања у кућиште мотора и доњи део кошуљице VI-ог цилиндра (слика 16.) што је изазвало ударе мале песнице главне клипњаче у I-ом цилиндру који се трансмисионо преносио преко осовинице клипа на клип, а који се својим плаштом ослања на I цилиндар. Ти удари довели су до пуцања плашта клипа у зони жљеба петог клипног прстена, који је конструкционо ослабљен бушењем отвора за уље пречника 3,5 мм, а који се налазе у равни удара мале песнице главне клипњаче (слика 17.)



Слика 17.



Слика 18.



Тако поломљени део клипа услед силе настале сагоревањем у компресионом простору, а која се не поклапа са осом цилиндра, због разлике у предпаљењу предње и задње свећице изазива закретање поломљеног дела клипа у вертикалној равни. То доводи до снажних удара између главне клипњаче и површине компресионог простора преко поломљеног клипа, што је видљиво на слици 18.

Истовремено, због рада цилиндра **II**, **III**, **IV** и **V** у односу на цилиндрице **VII**, **VIII** и **IX** долази до закретања и доњег дела плашта клипа, што доводи до стругања осовинице клипа по површини цилиндра према цилиндру број **II**.

На слици 19. виде се почетни уздужни трагови распона око 90 мм настали стругањем остатака од осовинице и трагова мале песнице главне клипњаче који су довели до лома уздужног цепања **I**-ог цилиндра.

После пуцања тела цилиндра, дошло је до делимичног одвајања главе цилиндра на око 2/3 обима, изазваног ударима клипњаче у горњи део поломљеног клипа. Тако велики отвор у телу цилиндра ствара простор за аксијално померање осовинице клипа из лежишта мале песнице клипњаче, при чему се ломи и упада у кућиште мотора. Један део одломљених комада осовинице у кућишту мотора је самлевен, а један од већих комада доспео је у простор **VI**-ог цилиндра и у судару са одломљеним краком клипњаче на истом је оставио јасан отисак (слика 20).



Слика 19.



Слика 20.

### **Закључак о мотору**

На основу извршене анализе агрегата, делова и склопова мотора авиона, може се констатовати да је мотор веома дуго у експлоатацији (од 1982. до 2018. године) и да је уочљива општа похабаност делова и склопова.

Основни узрок отказа мотора је лом клипњаче **VI**-ог цилиндра што је ланчано изазвало ломове у **I**-ом цилиндру и хаварију комплетног мотора.

Посредан узрок је хидро удар који је мотор доживео приликом неког од претходних хладних стартовања.

У мотору се налазило уље типа Total AERO D 120, које је је имало одговарајуће карактеристике за тип и модел мотора који је налазио на авиону у тренутку удеса. Из авиона је преузет и узорак горива који је послат на испитивање у овлашћену лабораторију при чему је утврђено да поседује одговарајуће карактеристике за AV 100LL.

### **Операције на авиону у претходном периоду**

Радна група је део свог истражног поступка усмерила и ка утврђивању чињеница које се тичу коришћења авиона који је учествовао у овом удесу, регистарске ознаке YU-BRK, у периоду пре овог удеса.

Радној групи оператер није доставио сву тражену документацију коју је оператер морао да поседује у складу са Правилником о пружању услуга из ваздуха и превозу за сопствене потребе (Сл. гласник Р. Србије број 19/2011), односно његовог дела *OR.OPS.220.MLR*, посебно Налога за летове бр. 7555-7561 уписаних у Оперативни дневник ваздухоплова (Journey log book), као и део Оперативног дневника ваздухоплова за период од 27. 03. 2015. године до 27. 06. 2017. године.

За другог члана посаде/пилота који је био на овом лету у тренутку удеса, Радна група је установила да је летео на предметном авиону рег. ознаке YU-BRK у претходном периоду, иако према изјави одговорног руководиоца оператера исти није на било који начин ангажован у оквиру оператера. Радна група није могла да установи на који начин је оператер испунио услове постављене у *OR.OPS.045.FC* наведеног Правилника о пружању услуга из ваздуха и превозу за сопствене потребе, односно да члан летачке посаде који може да лети на било ком пилотском седишту мора да заврши одговарајућу обуку и проверу, по програму прописаном у оперативном приручнику. Утврђено је да је други члан посаде/пилот у периоду пре удеса више пута летео авионом рег. ознаке YU-BRK као пилот и/или руководиоца лета. У доступним подацима, Радна група није могла да установи да је други члан посаде/пилот свестан ограничења постављених пред коришћење авиона типа AN-2, односно, незванично преведено са енглеског - "Цилиндри 4, 5, 6 и 7, који су најнижи, су склони проблемима који се везују са хидро-ударом, са цилиндрима 5 и 6 најосетљивијим. Дренажа уља је постављена између цилиндара 5 и 6." ("Cylinders 4, 5, 6 & 7, being lower, are therefore more prone to Hydraulic Lock problems, with number 5 and number 6 being most prone. The Oil Sump is located between cylinders 5 and 6.").

Дата секција је истовремено лоше обрађена и у документима оператера који се тичу коришћења овог типа ваздухоплова.

## **Налази и аргументација о узроцима отказа мотора током лета авиона AN-2, YU-BRK**

### **Могућност прегревање 1-ог цилиндра током лета због високих радних температура.**

Високе радне температуре, које се читавају на инструменту у кабини авиона као податак о температури главе цилиндра ТГЦ могу настати услед не отварања жалузина мотора или не отварања жалузина хладњака уља.

Након одвајања главе цилиндра било је видљиво да су унутрашњи зидови цилиндра исполирани, као и уједначено светло металне боје карактеристичне за овај тип цилиндра. Није било тамнијих или модрих нијанси које су јасно видљиве код цилиндара који су током рада били изложени високој температури.

На основу увида да нема промене боја унутрашњих зидова, може се констатовати да су жалузине за хлађење мотора и уља током лета биле отворене и да је температура главе цилиндра ТГЦ у хоризонталном лету била у дозвољеним границама од 160 до 215 степени Целзијуса.

### **Недовољно подмазивања мотора током лета због некавалитетног моторног уља.**

Произвођач мотора АШ-62 ИР за подмазивање мотора препоручио је моторно уље тип МК 22 или МС 20, авионско уље чији је коефицијент кинематичке вискозности на температури од 100 степени Целзијуса, 20 до 22 mm<sup>2</sup>/s. "EASA Type certificate data sheet E.140 for ASz-62IR Series engines" дефинише између осталих и спецификације MIL-L-6082E и DERD 2472 В/О (non-ash dispersing oils), односно MIL-L-22851 D (dispersing oils)

Оператер авиона за подмазивање мотора користио је авионско уље произвођача TOTAL, тип AERO D 120, а према званично достављеном Сертификату наводи се: SPECIFICATIONS, TYPICAL CHARACTERISTICS, Kinematic viscosity at 100 C, methods ISO 3104, units mm<sup>2</sup>/s 24, meet the requirements of SAE J-1966 (The U. S. Specification SAE J-1966 replaces MIL-L-6082E and the British Specification DERD 2472), meet specification SAE J-1899 (The U. S. Specification SAE J-1899 replaces MIL-L-22851D).

На основу званичних података моторно уље које је оператер користио испуњава стандард за овај тип мотора и током лета није дошло до заривавања мотора.

### **Подмазивање мотора током лета.**

Уљна пумпа је у радионици демонтирана, испитана и утврђено је да је исправна. На основу утврђене исправности уљне пумпе констатовано је да је мотор током лета имао довољно подмазивања и да је уљна пумпа тип МШ-8М обезбеђивала стандардни притисак од 4-5 кг/цм<sup>2</sup>.

### **Пуцање-цепање тела I-ог цилиндра је у дужини од око 15 цм.**

Настало је из разлога што се клипњача у овом цилиндру понашала као чекић који је неконтролисано ударао у радну површину цилиндра. То је били могуће тек након ослобађања и несинхронизованог рада, као последица пуцања клипњаче у VI-ом цилиндру.

**Клип у I-ом цилиндру није пукао због замора материјала, већ због механичких удара које је вршила клипњача, преко осовинице на клип, а које клип из конструкционих разлога није могао да издржи.**

**Силу која је изазвала пуцање клипњаче у пределу мале песнице VI-ог цилиндра могао је изазвати само „хидро удар“.**

Опасност од „хидро удара“ приликом хладног старта мотора, карактеристична је за моторе АШ-62 при којем најчешће страдају, због конструкционог проблема, V или VI цилиндар. Суштина је у томе да се код дужег стајања авиона у доњим цилиндрима V и VI наталожи у компресионом простору већа количина уља. Ово уље се пре стартовања мотора мора одстранити тако што се на V-ом цилиндру отвори дренаж, а затим ручним окретањем елисе и у позицији отвореног усисног вентила ово уље исцури из мотора. На VI-ом цилиндру због не постојања чепа за дренажу потребно је одвити свећицу, а затим окретањем елисе кроз отвор за свећицу издренирати вишак уља.

Догађа се да се и поред дренаже уља у компресионом простору V-ог и VI-ог цилиндра задржи довољно моторног уља које може да изазове „хидро удар“, нарочито код мотора чији је ресурс при крају или продужаван ради одлагања генералне оправке.

Поред уља узрочник „хидро удара“ може бити и вишак бензина у компресионом простору V-ог или VI-ог цилиндра. Ово се може догодити после неуспешног првог стартовања мотора које се пре сваког запуштања залива горивом помоћу ручног шприца у кабини авиона.

Ради избегавања опасности од „хидро удара“ изазваног горивом које се слива у компресиони простор V-ог и VI-ог цилиндра, обавезно је пре сваког поновљеног запуштања са заливком окретати ручно елису супротно ходу за 4-5 обртаја ради одстрањивања горива од претходног запуштања и избегавања „хидро удара“.

Карактеристика „хидро удара“ је и у томе што клип најчешће остаје неполомљен већ прво настају кривљења, напрснућа или пуцања клипњаче.

**Хидро удар на VI-ом цилиндру настао је у претходно блиском периоду.**

На основу спроведених анализа констатовано је да је у VI-ом цилиндру током раније експлоатације дошло до „хидро удара“.

Кључни доказ је у томе што се након демонтаже клипњаче на истој јасно читавала прскотина на линији кидања клипњаче у пределу мале песнице, која је светле боје и напрснуће које је раније настало, а које је било тамније платинасте боје.

**Отисак који је настао на клипњачи VI-ог цилиндра од дела осовинице из I-ог цилиндра настао је након пуцања и млевења делова осовинице у том цилиндру и пропадањем-подглављивањем једног од већег комада који није био самлевен под клипњачу у ходу према напред.**

### **3. ЗАКЉУЧЦИ**

#### **3.1 Налази**

Вођа ваздухоплова је имао важећу дозволу, са великим искуством у летењу у пољопривредној авијацији. Други пилот је имао важећу дозволу, али без искуства у летењу у пољопривредној авијацији.

Авиомеханичар је имао важећу дозволу са великим искуством у одржавању авиона AN-2. Није утврђена техничка неисправност у припреми авиона за лет.

Авион је на полетању имао укупну тежину од 4.950 кг а приликом принудног слетања око 4.800 кг што је за 400 кг мање од максимално дозвољене тежине за слетање авиона AN-2 у аеродромским условима.

Од тренутка када је посада могла да примети прве знаке отказа мотора до слетања прошло је око 1 минут.

#### **3.2 Узроци удеса**

##### **Непосредни узрок**

Непосредни узрок удеса је отказ мотора услед лома клипњаче **VI-ог** цилиндра што је ланчано изазвало ломове у **I-ом** цилиндру и даља оштећења мотора.

##### **Посредан узрок**

Посредан узрок удеса је „хидро удар“ који је мотор доживео приликом неког од претходних хладних стартовања.

#### 4. БЕЗБЕДНОСНЕ ПРЕПОРУКЕ

У циљу унапређења безбедности летења и како би се убудуће избегли удеси или озбиљне незгоде услед истих или сличних узрока, Центар доноси следеће препоруке:

**07/2018-1: Власницима и оператерима авиона типа AN-2:**

- у техничким и летачким приручницима да разраде процедуру дренаже уља у припреми мотора за запуштање, у складу са препорукама произвођача авиона.

**07/2018-2: Директорату цивилног ваздухопловства Републике Србије:**

- брисање налета чланова посаде за које не постоје налози за лет потврђени од стране одговорног лица или су уписани као дупли између пилота.

- спровођење ванредне провере оператера "СТС Авијација" д. о. о., у циљу усаглашавања рада предметног оператера у складу са одредбама Правилника о пружању услуга из ваздуха и превозу за сопствене потребе (Сл. гласник Р. Србије број 19/2011).

- током провера оператера да се врши упоређивање налета пилота са налетима ваздухоплова, уз поређење типова ваздухоплова са налозима за лет и евиденцијама посада.

#### 5. ПРИЛОГ

Нема прилога.