

О причинах разрушения тяги № 42С4947-220 управления передней левой створкой ниши шасси передней опоры шасси самолета Як-42Д RA-42380

Заместитель директора ГЦ БП ВТ Авиарегистра России
А.А.Тушенцов

Начальник отдела металлофизических исследований авиационных материалов
Авиарегистра России, д.т.н. А.А. Шанявский

Начальник отделения
А.П. Солдатенков

Начальник отделения
М.А. Солдатенкова

Начальник отдела исследований аварийных и отказавших объектов
авиационной техники
С.В. Ростовцев



04.07.2024 при выполнении рейса по маршруту Красноярск-Игарка на самолете Як-42Д RA-42380 после взлета КВС доложил о не закрытии створки передней опоры шасси, принял решение вырабатывать топливо и возвращаться в а/п вылета. Посадка в а/п Красноярск совершена благополучно. При послеполетном осмотре обнаружена оборванная тяга № 42С4947-220 управления передней левой створки ниши шасси передней опоры шасси.

В Авиарегистр России на исследование поступила тяга № 42С4947-220 управления передней левой створкой ниши шасси передней опоры шасси самолета Як-42Д RA-42380 в связи с инцидентом, произошедшим 04.07.2024.

Самолет Як-42Д RA-42380 № 4520422014549 выпуска 30.04.1990 наработал с начала эксплуатации 30864 часа, 15841 посадку, ремонтов не проходил. 02.05.2024 выполнено периодическое ТО по форме Ф51+6,12,18,24мес.+ продл. ВС + ВЛП при наработке 30725 часов, 15777 посадок карта-наряд № 7 ООО «АТ-техник». 03.07.2024 выполнено оперативное ТО по форме ФГ при наработке 30854 часа, 15836 посадок карта-наряд № 1 АО «КрасАвиа».



Оценка технического состояния тяги № 42С4947-220 управления передней левой створки ниши шасси передней опоры шасси показала, что деталь имеет разрушение ушкового болта.

Тяга управления передней левой створкой передней опоры шасси деформаций, коррозии и механических повреждений не имеет. Лакокрасочное покрытие тяги в удовлетворительном состоянии. На лакокрасочном покрытии по центру тяги обнаружен след длиной ~15 см, предположительно от резины пневматика колеса.

Оценка технического состояния ушкового болта № 42С4947-222А тяги разрушен в районе первых витков резьбы со стороны ушных проемов болта. Стопорная гайка регулировки тяги законтрена контрольной шайбой. На пяти резьбовых витках ушкового болта тяги присутствует замятие материала. Коррозия ушкового болта тяги отсутствует, лакокрасочное покрытие в удовлетворительном состоянии. Механических повреждений ушковой болт не имеет.

Геометрические измерения размеров тяги № 42С4947-220 управления передней левой створки ниши шасси показали, что все детали тяги соответствуют чертежам: болт ушковый № 42С4947-222А, тяга № 42С4947-220СБ, тяга № 42С4947-230СБ и шайба № 42М4947-321.

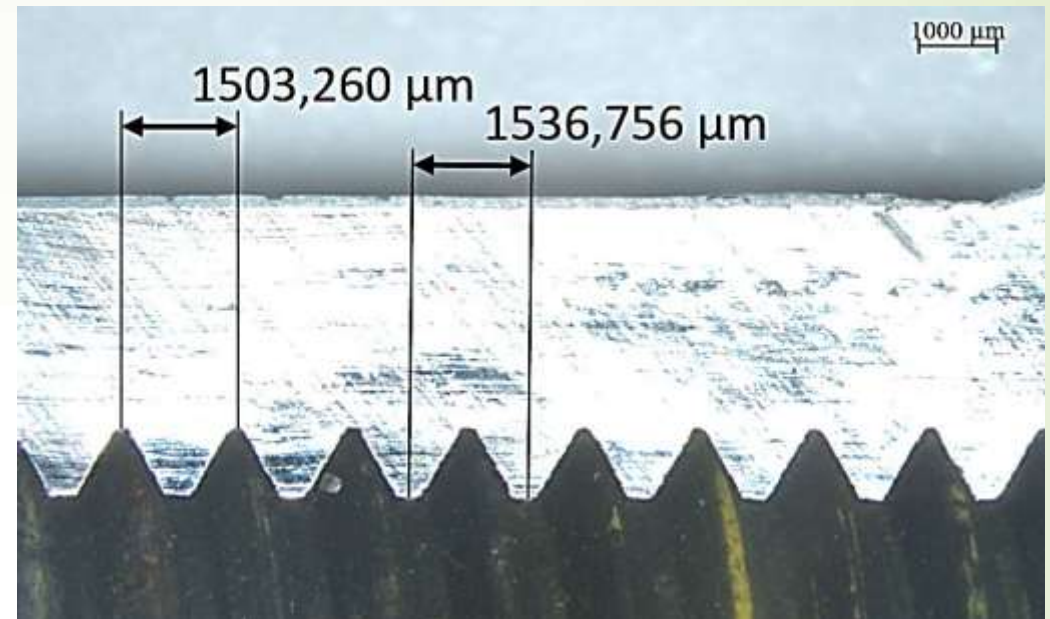
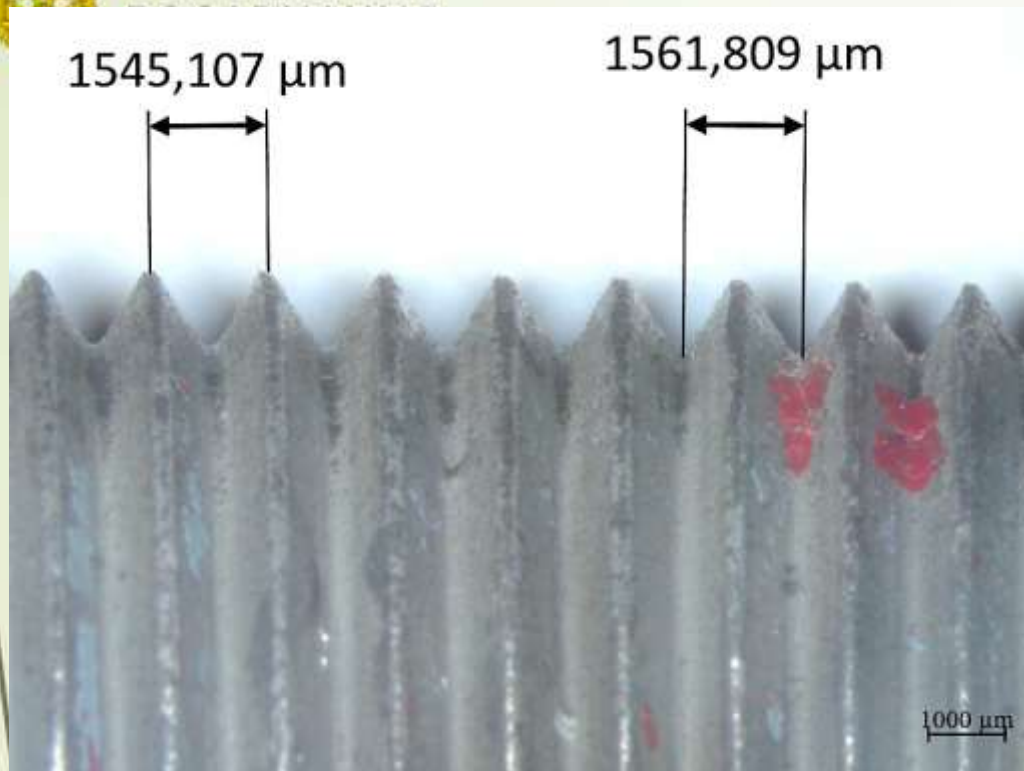
Витки резьбового соединения ушкового болта и тяги управления передней левой створки ниши шасси находятся в удовлетворительном состоянии. Шаг витков резьбы соответствует данным чертежа.



Вид разрушенной тяги № 42С4947-220 управления передней левой створки ниши шасси передней опоры шасси. На вынесенном виде показан разрушенный ушковой болт № 42С4947-222А.



Виды разрушенного ушкового
болта № 42С4947-222А.

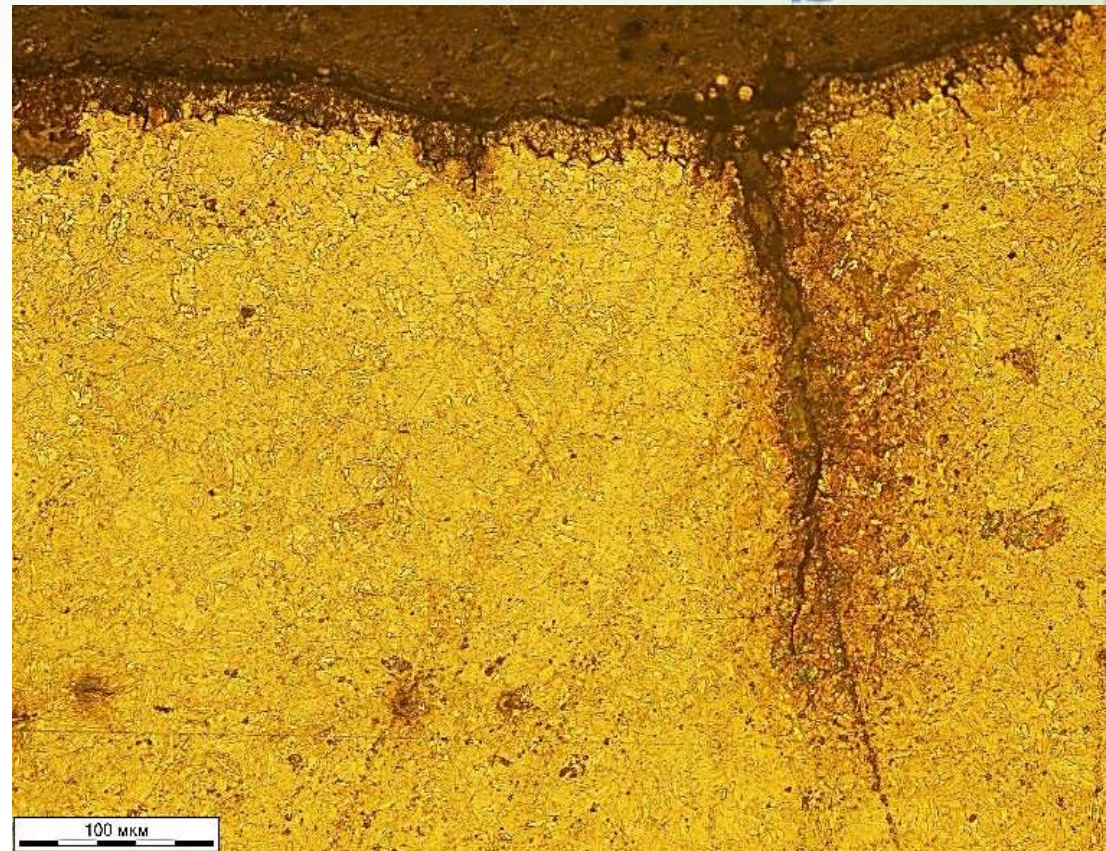
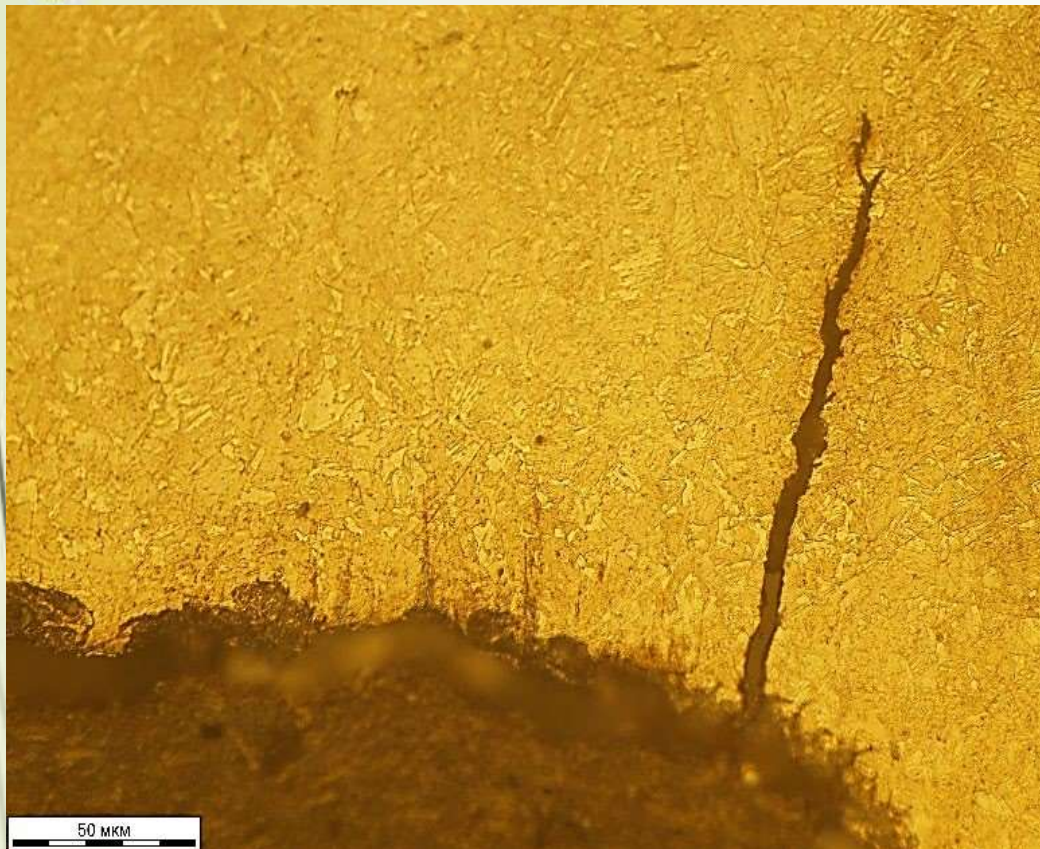


Виды резьбы ушкового болта тяги № 42С4947-222А и тяги № 42С4947-220 управления передней левой створки ниши шасси с указанием шага резьбы.



Металлографический анализ материала ушкового болта тяги по шлифу, изготовленному в зоне излома (рис. 6), показал, что его микроструктура удовлетворительная и характерна для стали ХГСА, термообработанной на заданную твердость.

В зоне отверстия и в резьбовой части ушкового болта присутствуют трещины. По вскрытой трещине в зоне отверстия проведен фрактографический анализ.



Виды трещин в резьбе ушкового болта и в отверстии ушкового болта.



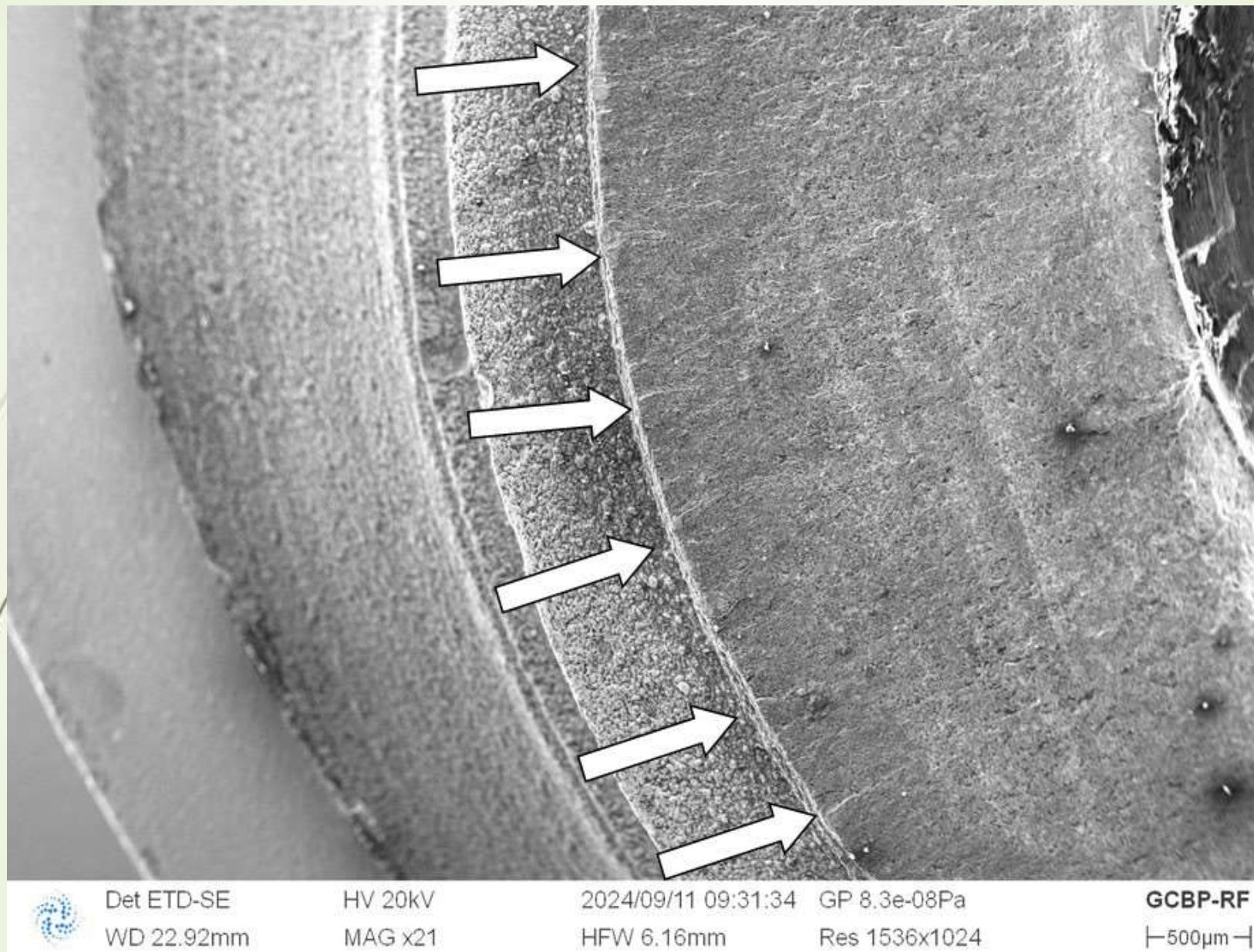
Фрактографический анализ магистрального разрушения и излома по вскрытой трещине, расположенной у отверстия под основным изломом ушкового болта тяги управления передней левой створкой передней опоры шасси, с применением растрового электронного микроскопа показал следующее.

Рельеф излома в пределах начальной зоны распространения трещины около каскада ступенек преимущественно ямочный с едва выраженными признаками цикличности в разрушении в виде растрескиваний материала.

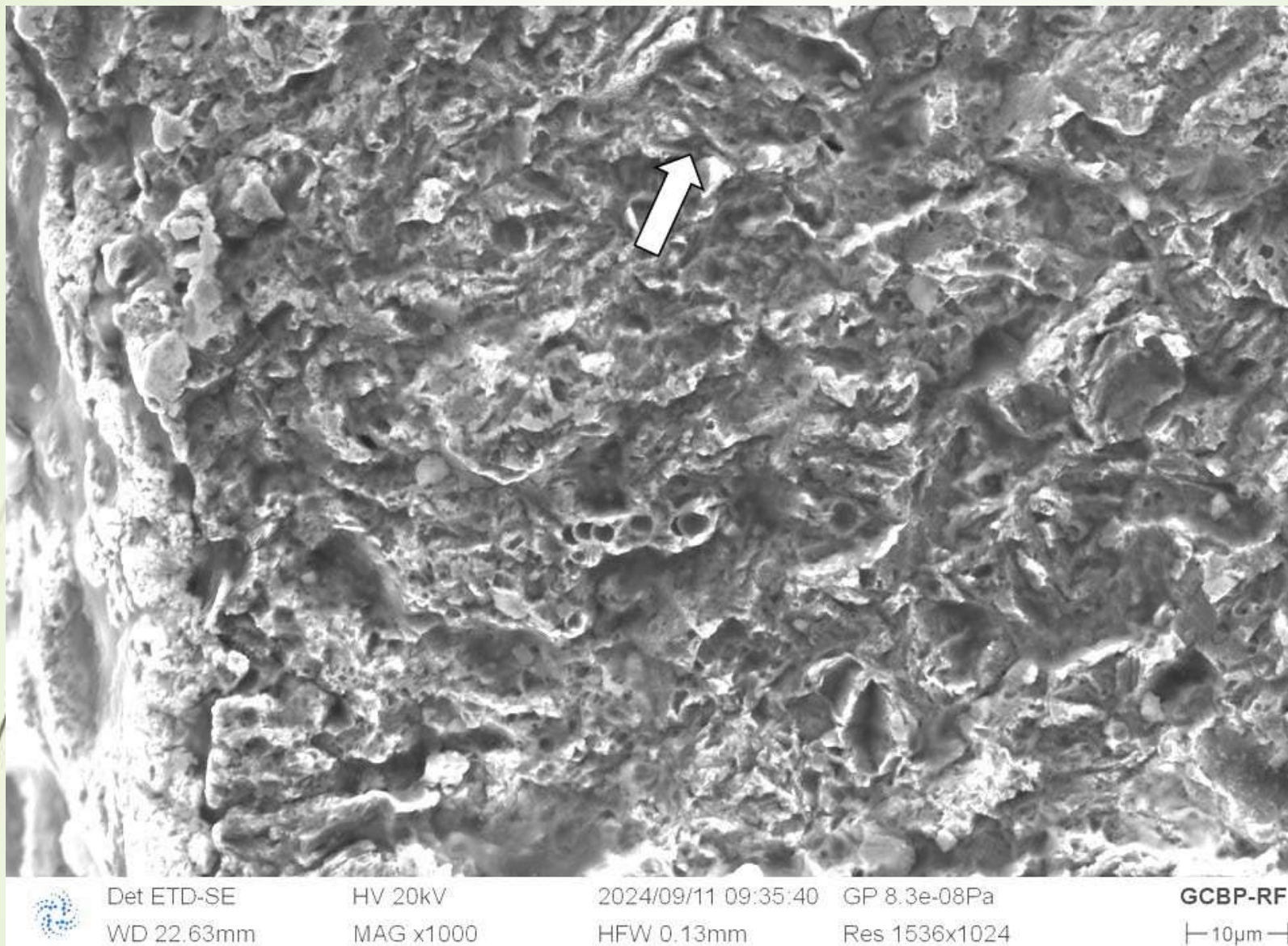
По направлению роста трещины нарастает доля участков с каскадом растрескиваний материала, что указывает на снижение скорости распространения усталостной трещины, хотя доминирование ямок свидетельствует о высоком уровне интенсивности напряжённого состояния материала.

Распространение усталостной трещины с высокой скоростью сопровождалось возрастанием шероховатости излома. При этом зона окончательного разрушения (долом) имеет маленькую площадь, и она сформирована в условиях скручивания, когда центральная часть зоны сформирована в результате отрыва, на что указывает выраженный рельеф в виде глубоких ямок.

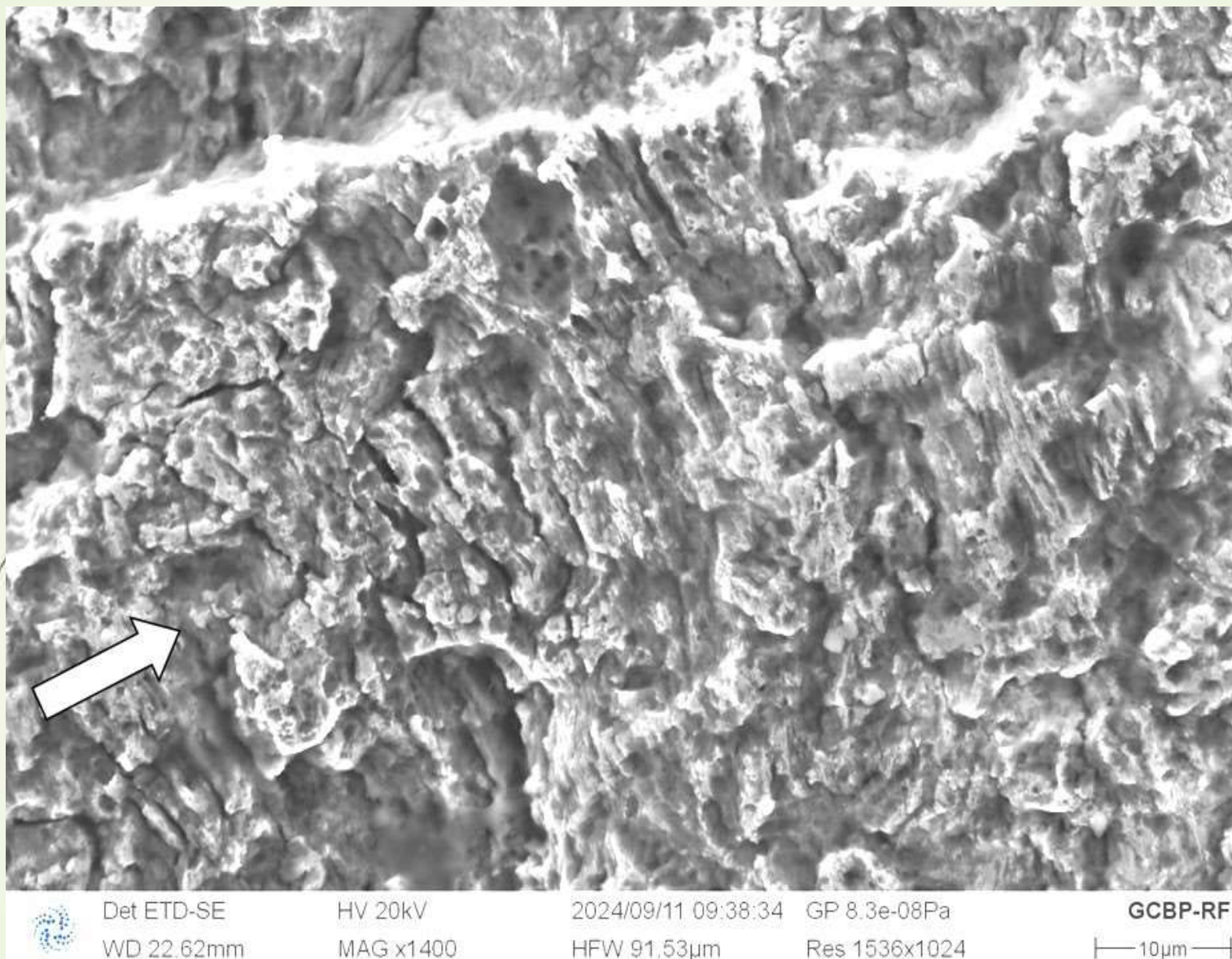
Вокруг участка с выраженными концентрическими ямками сформированы вытянутые ямки при сдвиге ответных частей детали в процессе её скручивания с формированием каскада псевдобороздок и растрескиваний материала.



Вид каскада ступенек в зоне зарождения разрушения (указаны стрелками).



Вид рельефа преимущественно с ямками и едва выраженными признаками цикличности в виде растрескиваний материала (указан стрелкой).



Вид растрескиваний материала в направлении роста трещины (указано стрелкой) с плохо выраженными ямками.

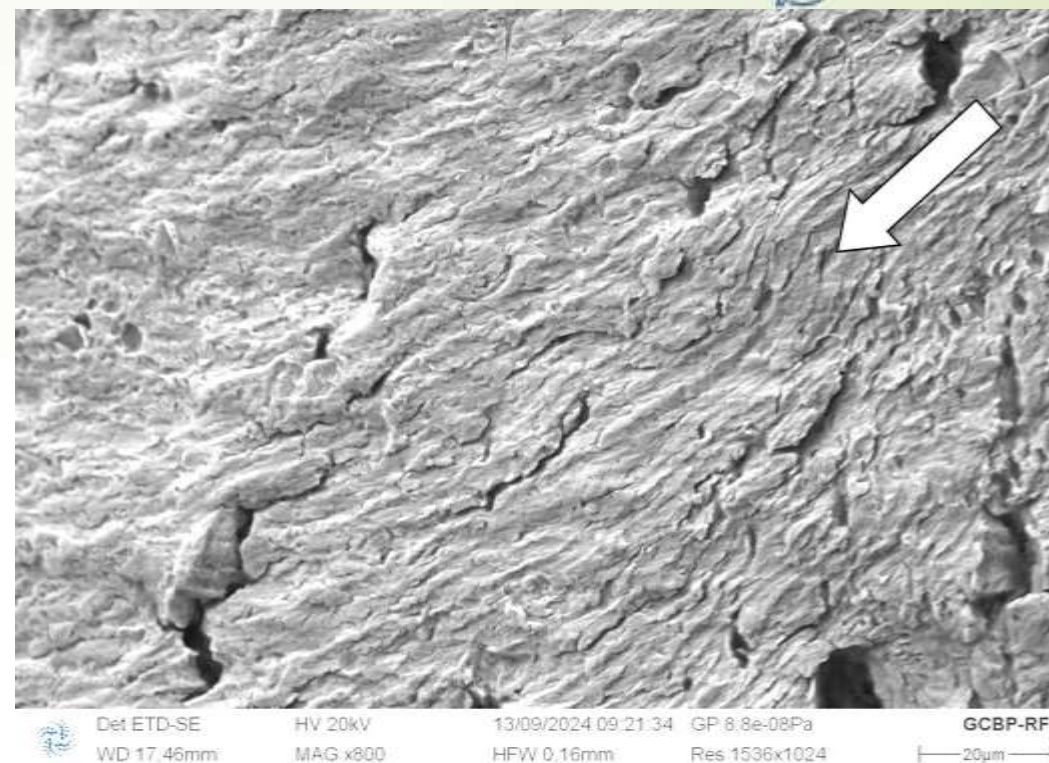
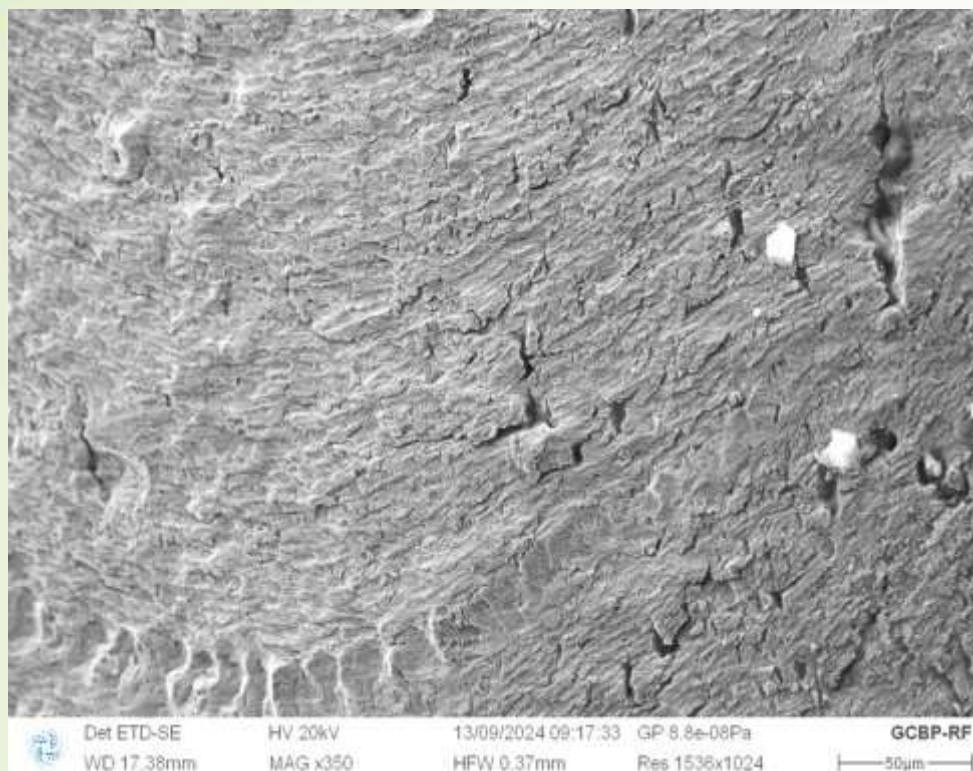


Анализом излома по вскрытой трещине установлено, что рельеф характеризуется усталостными бороздками большого шага около 1 мкм. Это свидетельствует о том, что развитие усталостной трещины происходило стабильно с высокой скоростью роста, но ниже, чем по магистральному разрушению.

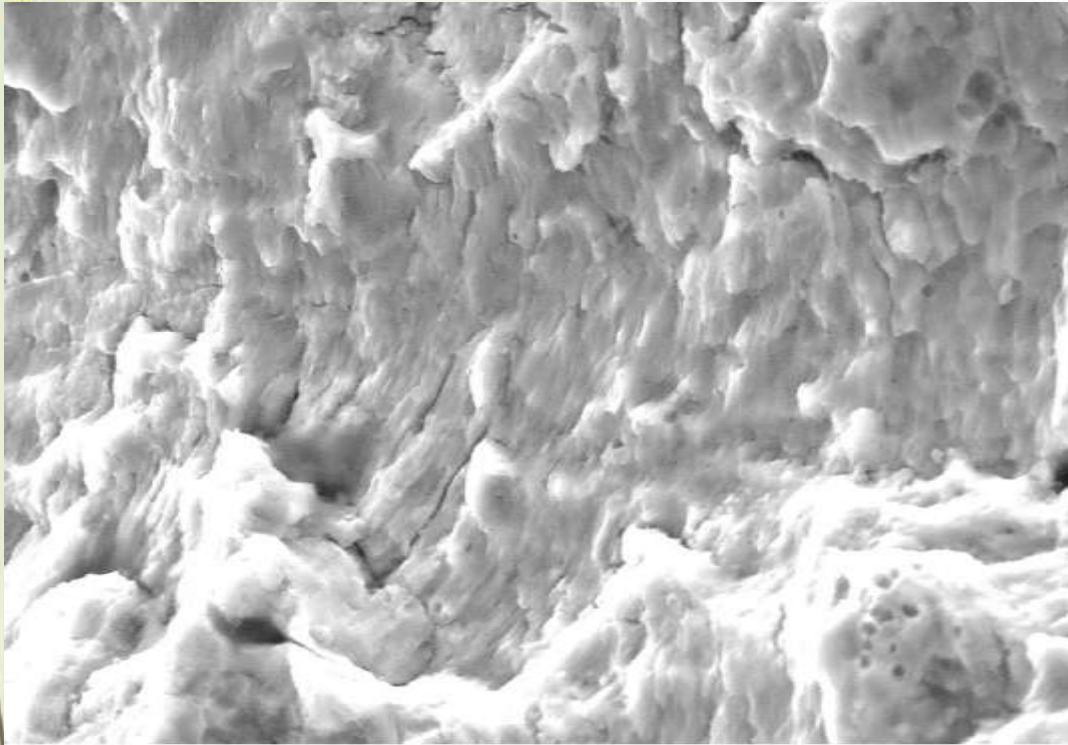
Магистральное разрушение имеет несколько выраженных зон разной шероховатости. Около впадин витков резьбы сформирован каскад ступенек, представляющих собой границы слияния самостоятельно зародившихся и начавших распространяться трещин.



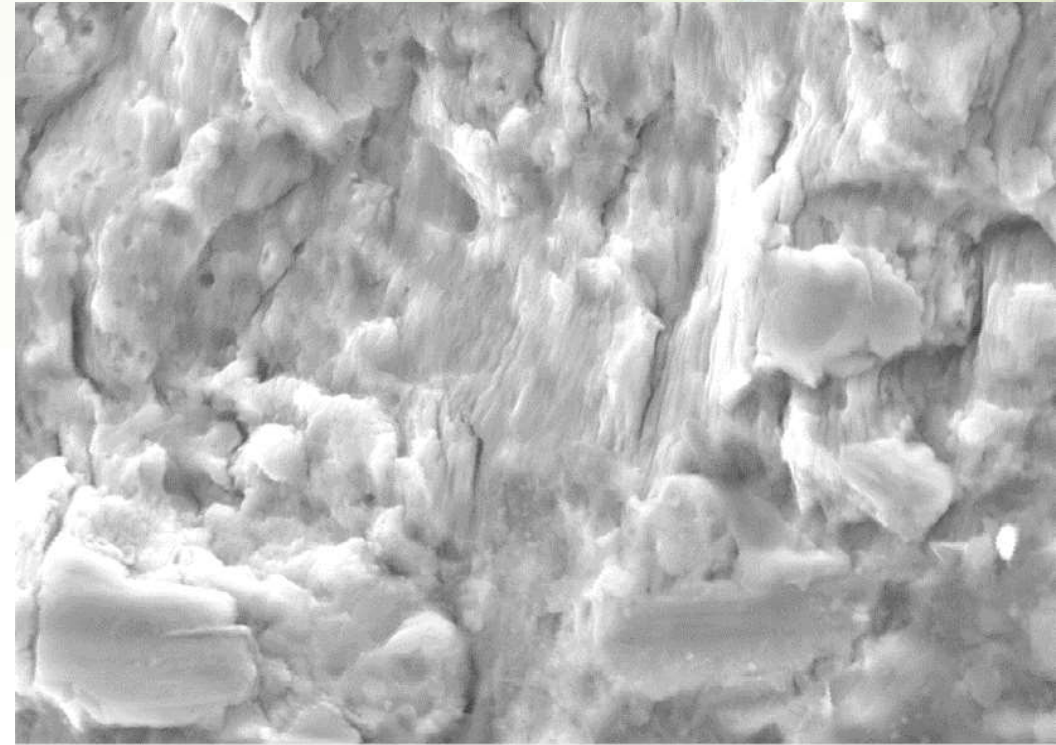
Выявленные особенности строения рельефа излома детали по магистральному разрушению свидетельствуют о следующем. Первоначально в детали происходило зарождение и распространение усталостной трещины в условиях изгиба при уровне напряжения, близком к вязкости разрушения материала, т.е. повторно-статически. При этом в направлении роста трещины интенсивность напряжённого состояния детали снижалась, что привело к развитию малоцикловой усталостной трещины, а окончательное разрушение произошло на небольшом участке относительно всей зоны усталостного разрушения. Окончательное разрушение (долом) происходило в условиях скручивания детали.



Вид участков рельефа при разном увеличении на этапе разрушения материала в условиях сдвига при скручивании. Направление сдвига указано стрелкой.



Det ETD-SE HV 20kV 20/09/2024 11:51:24 GP 8.3e-08Pa GCBP-RF
WD 13.56mm MAG x4000 HFW 32.03µm Res 1536x1024
—2µm—



Det ETD-SE HV 20kV 20/09/2024 11:39:26 GP 8.3e-08Pa GCBP-RF
WD 14.23mm MAG x5000 HFW 25.62µm Res 1536x1024
—2µm—

Виды излома по вскрытой трещине с преимущественно бороздчатым рельефом на разных участках излома.



По результатам выполненного исследования сформировано заключение о том, что разрушение ушкового болта тяги № 42С4947-220 управления передней левой створкой передней опоры шасси самолета Як-42Д RA-42380 первоначально происходило повторно-статически в условиях изгиба при высоком уровне напряжения. В дальнейшем происходило уменьшение интенсивности нагружения по направлению роста трещины, что привело к развитию разрушения по механизму малоциклового усталости. Окончательное разрушение детали произошло в условиях ее скручивания.

Развитие разрушения ушкового болта по вскрытой трещине происходило усталостно с формированием усталостных бороздок.

Повторно-статическое разрушение тяги управления створкой указывает на некачественную регулировку тяги. Результаты данного исследования рекомендовано довести до сведения летного и инженерно-технического персонала организаций, эксплуатирующих самолеты типа Як-42.