

О причине разрушения рабочей лопатки
четвёртой ступени двигателя
Д-30Ф6 №1040802114057

Авиарегистр России, ГосЦентр Безопасности полетов

А.А. Шанявский, А.П. Солдатенков

Объект и цель исследования

В Авиарегистр России поступила на исследование разрушенная рабочая лопатка четвёртой ступени турбины низкого давления двигателя Д-30Ф6 № 1040802114057 для проведения комплексного фрактографического и металлофизического исследования.

Наработка рабочей лопатки четвёртой ступени турбины низкого давления двигателя Д-30Ф6 № 1040802114057 на момент разрушения составила 16 часов.

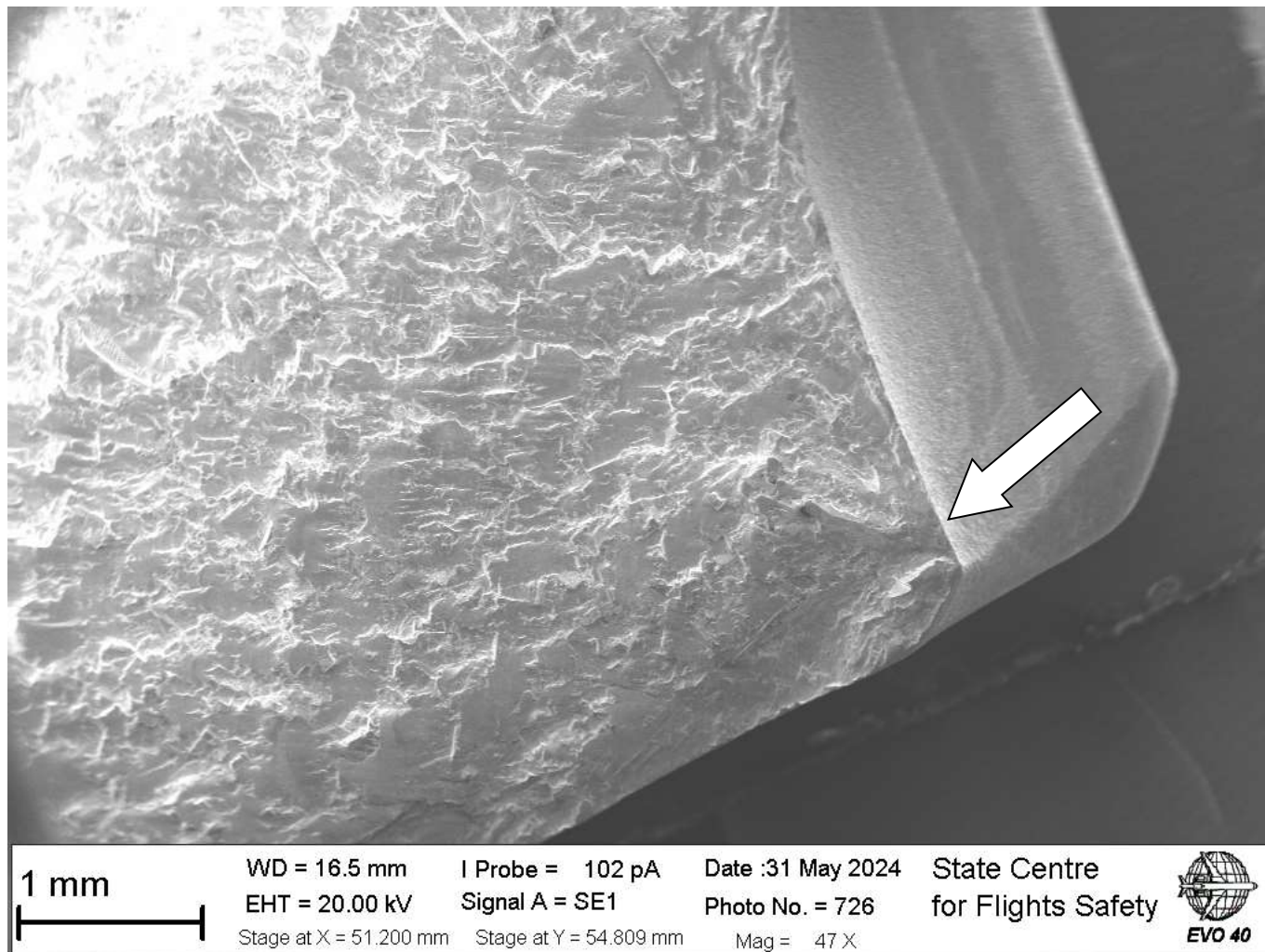
Цель исследования: определение причины и характера разрушения рабочей лопатки.

Общий вид излома лопатки

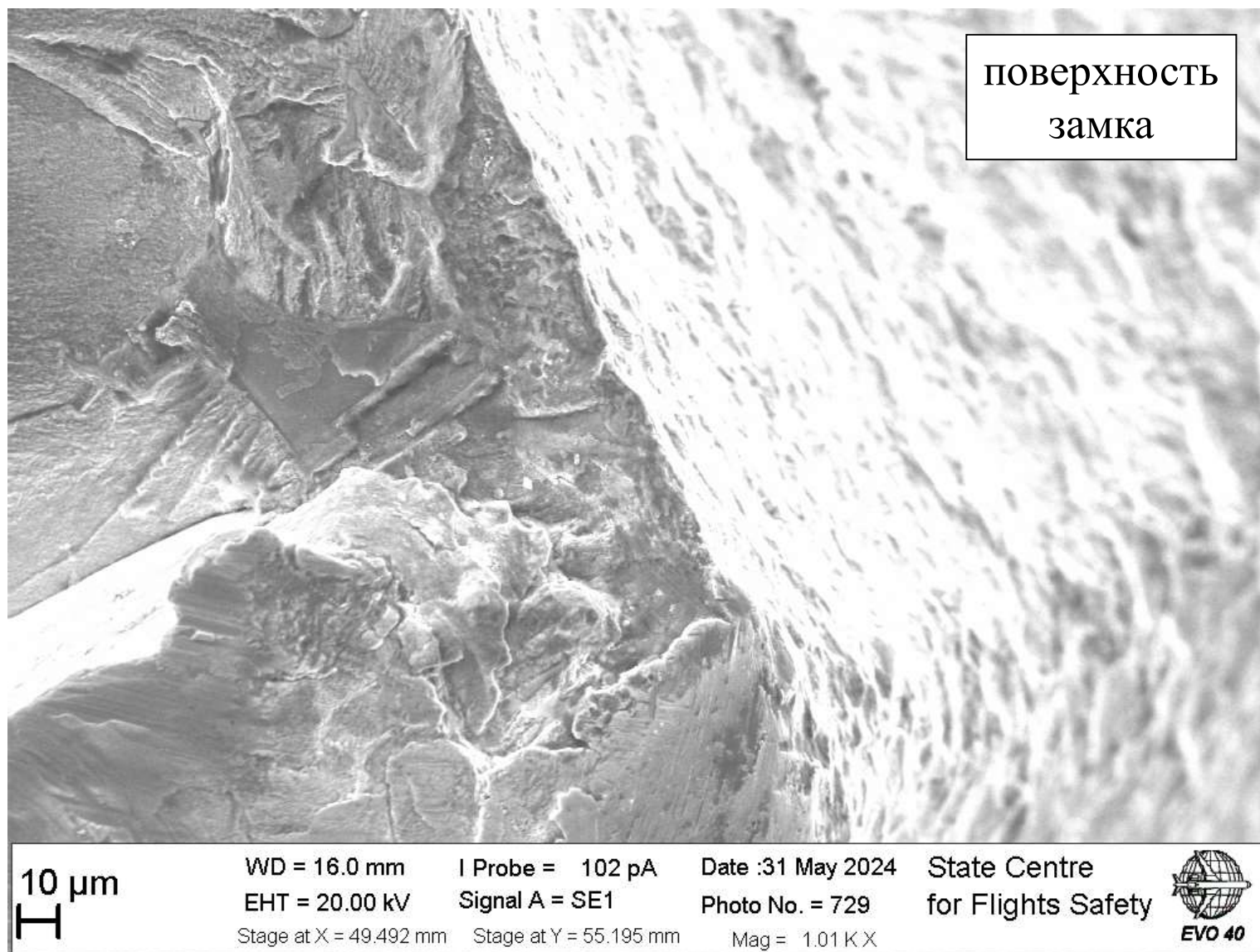


Очаг в зоне елочного замка

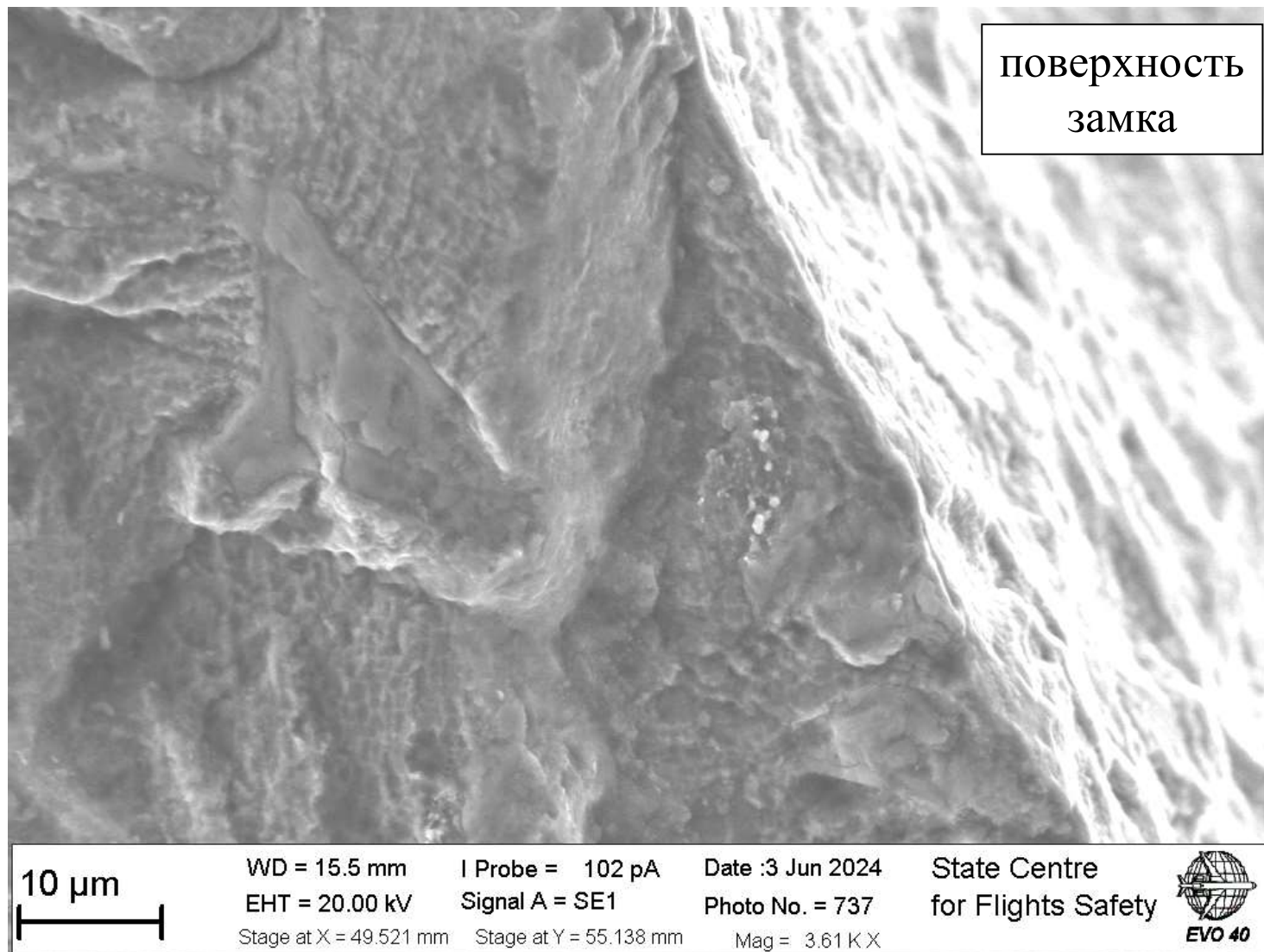
Вид излома лопатки в районе очага разрушения (указан стрелкой)



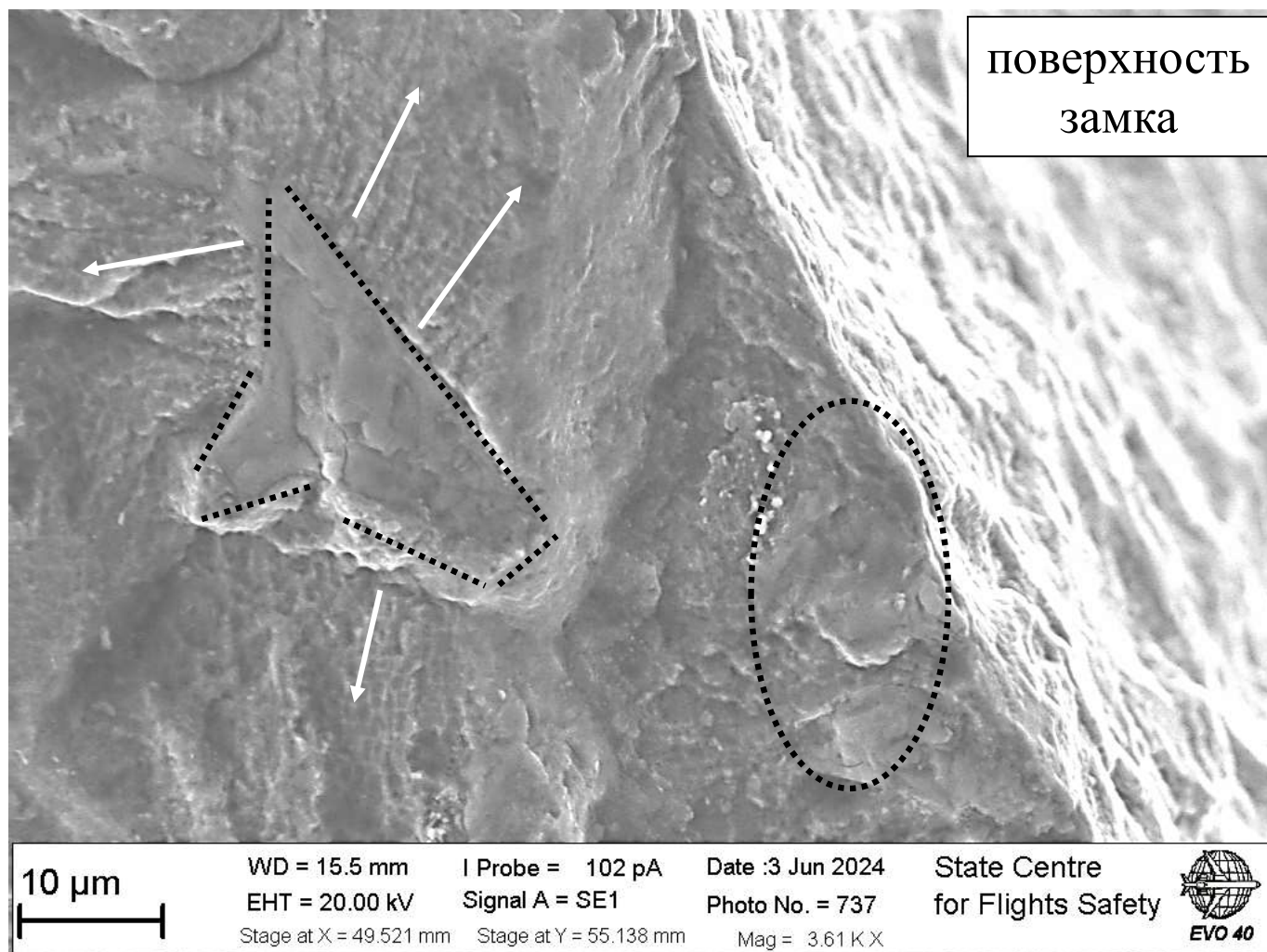
Вид излома в очаге разрушения



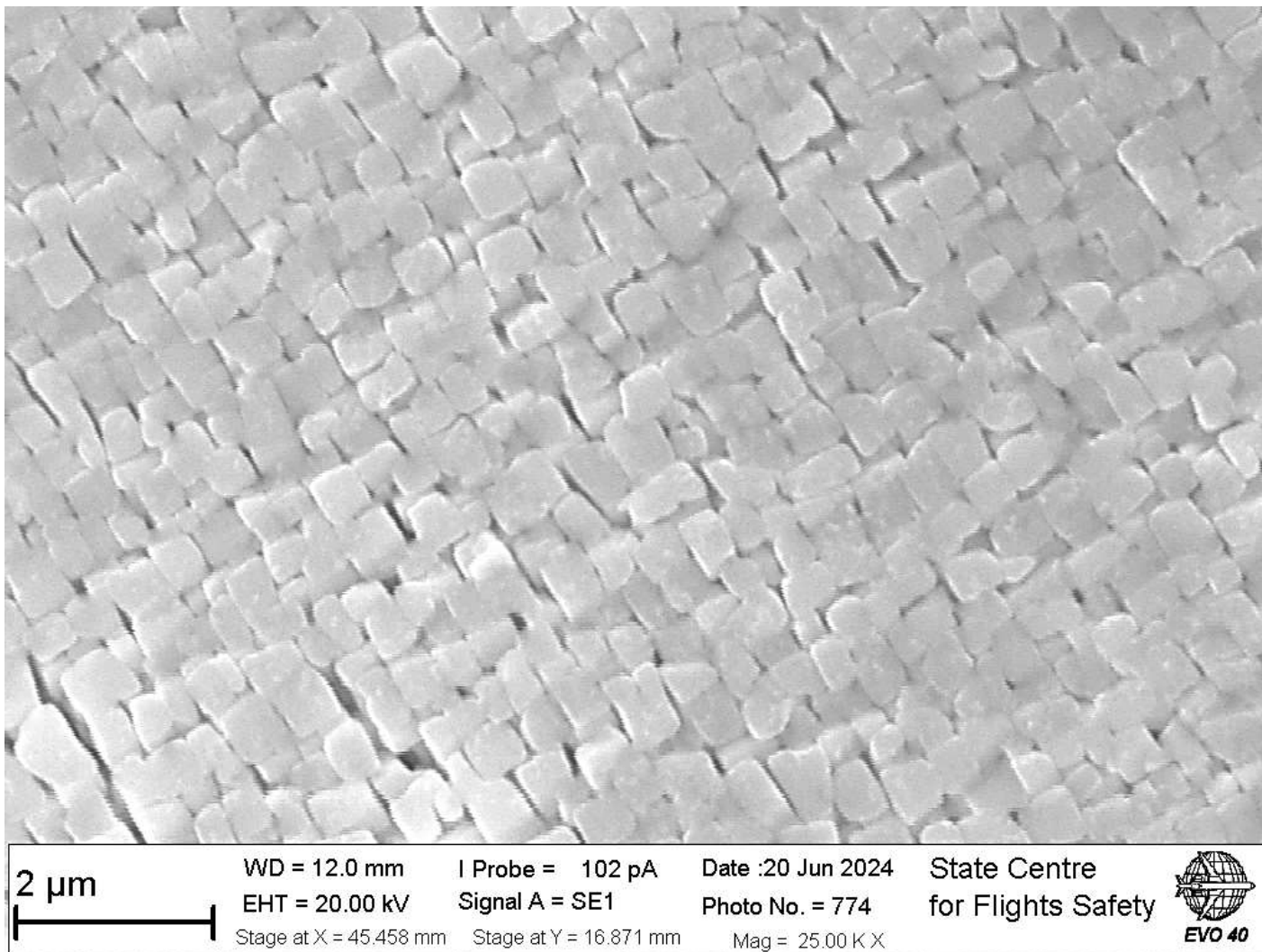
Вид излома рядом с очагом разрушения



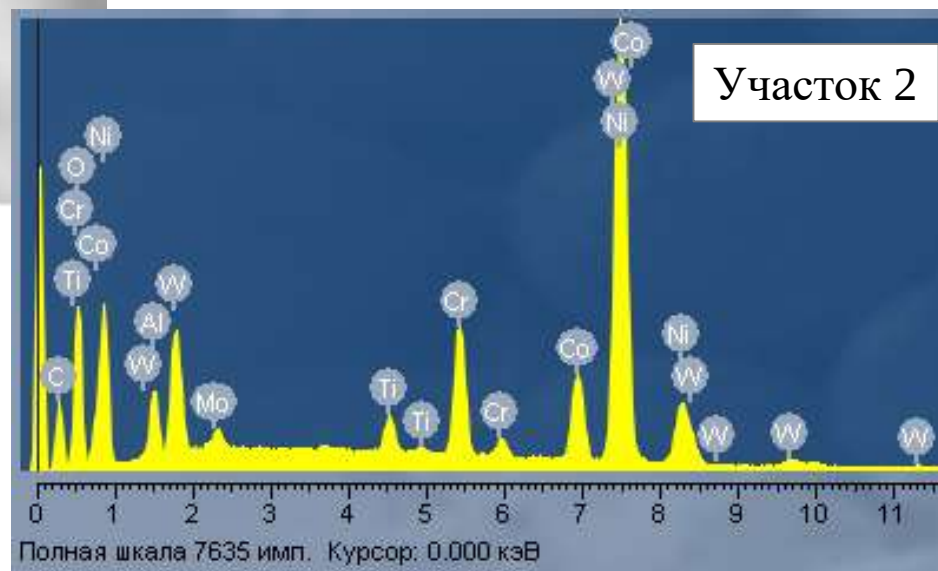
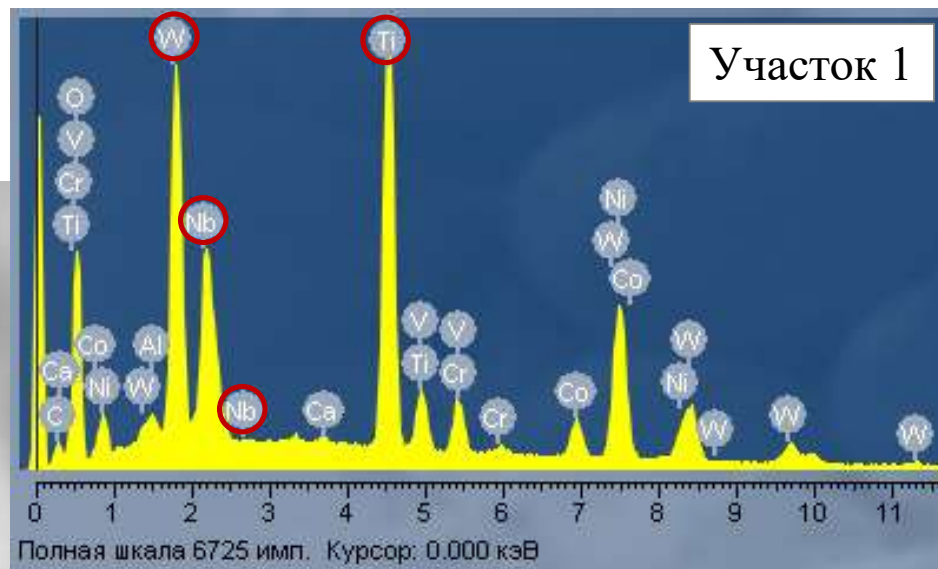
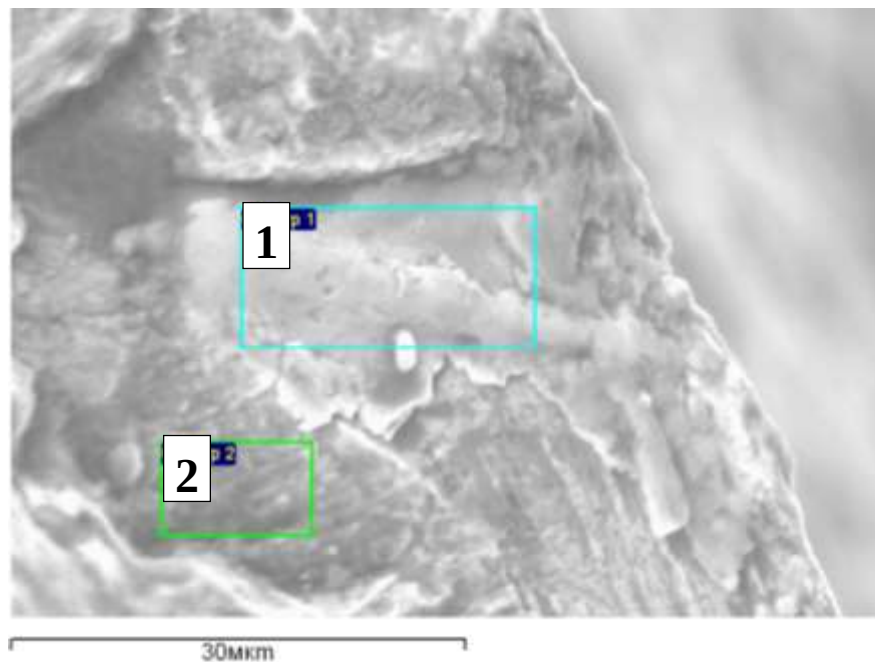
Один из участков зоны зарождения разрушения с фрагментами
сглаженного рельефа излома (выделены пунктиром) с
указанием направления роста трещины от сглаженного участка
к поверхности ёлочного замка



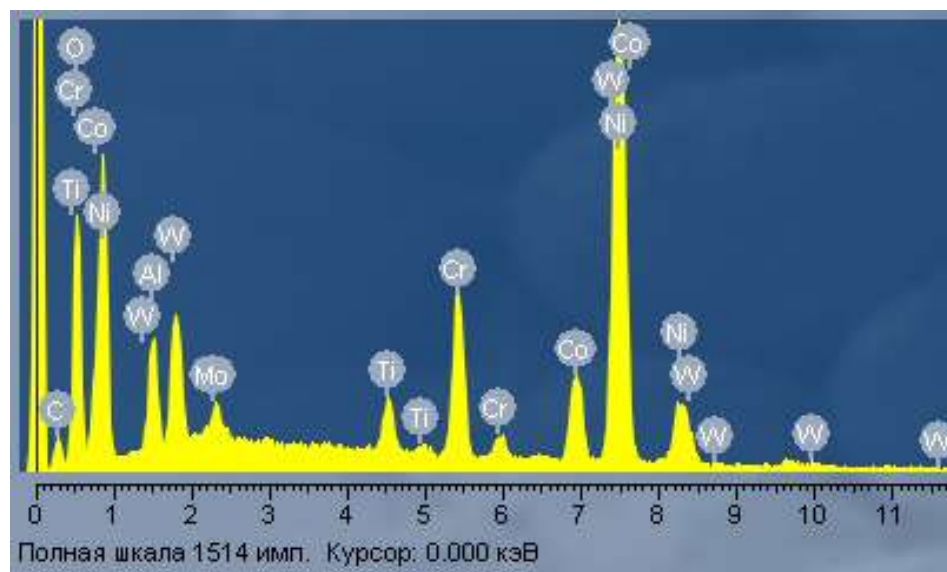
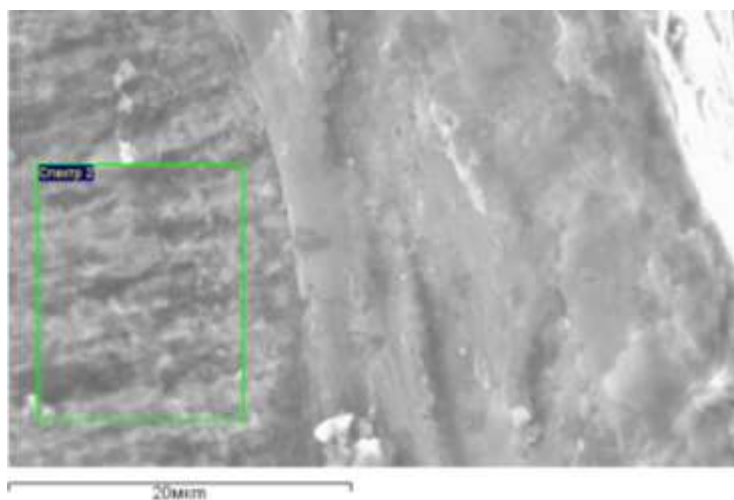
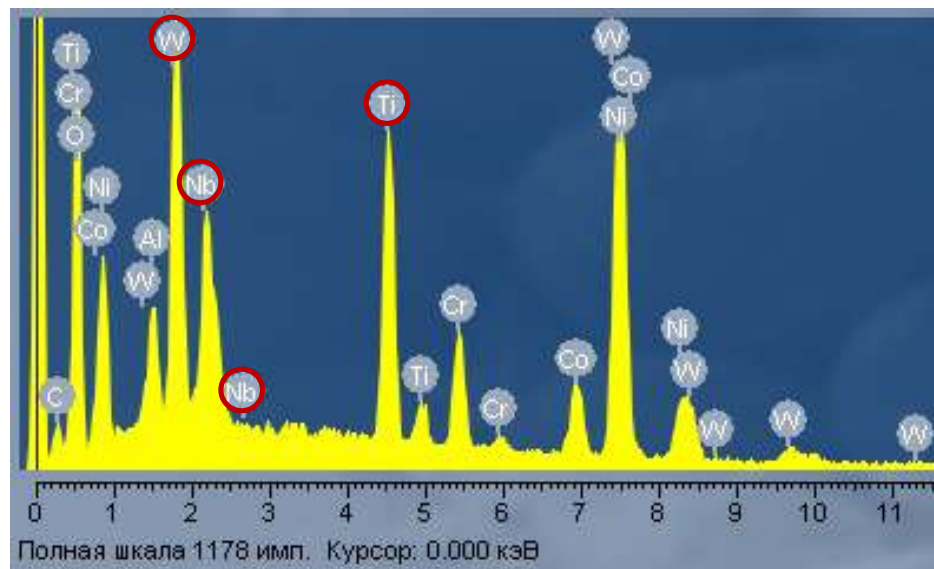
Вид упрочняющей фазы материала



Спектры распределения химических элементов в очаговой зоне



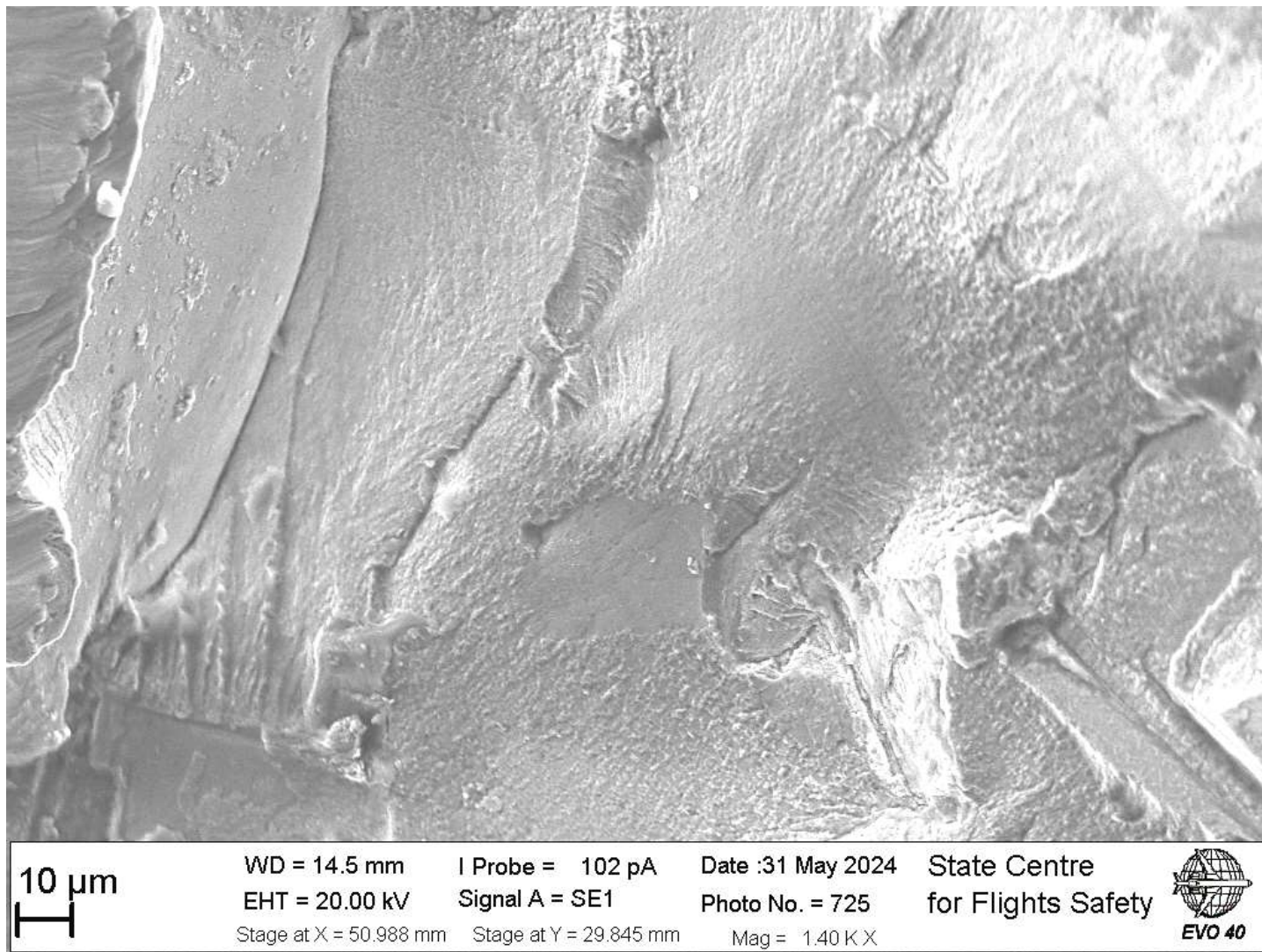
Спектры распределения химических элементов в очаговой зоне



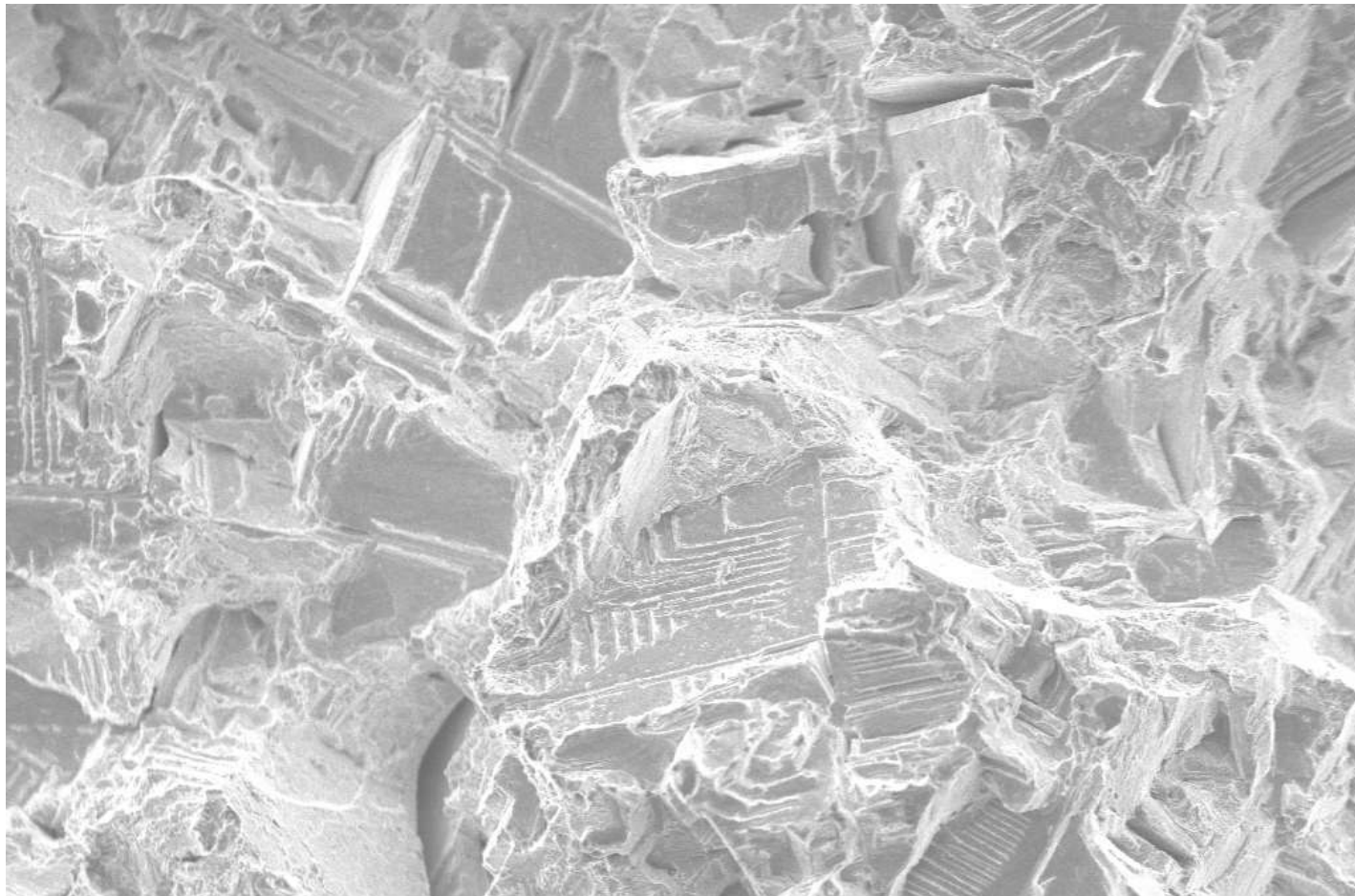
Во всех зонах в очаге разрушения выявлены локальные неоднородности по химическому составу материала. Они выражены в повышенном содержании Ti-титана, W-вольфрама и Nb-ниобия по сравнению с зонами материала, расположенными на удалении от очаговых зон.

Из полученного результата следует, что зарождение усталостного разрушения произошло в зоне аномального химического состава материала лопатки, повлекшего за собой высокую концентрацию напряжения и создание условий для зарождения усталостной трещины в реализуемых условиях нагружения.

Вид рельефа усталостного излома лопатки



Вид рельефа излома в зоне долома



100 μ m

WD = 18.0 mm

EHT = 20.00 kV

Stage at X = 60.046 mm

I Probe = 102 pA

Signal A = SE1

Stage at Y = 48.763 mm

Date :3 Jun 2024

Photo No. = 747

Mag = 464 X

State Centre
for Flights Safety



ВЫВОД

В материале лопатки в пределах ёлочного замка возникла неоднородность по химическому составу, что привело к созданию повышенной концентрации напряжения и вызвало зарождение усталостной трещины. Развитие трещины происходило под действием вибрационных нагрузок с постепенным переходом от поверхности ёлочного замка к основанию пера лопатки.