

## **О причинах разрушения трубопровода р/п D290531100020 самолета А-320 RA-73767**

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  
Ведущий инженер М.А. Тарасова

20.01.2025 при выполнении рейса на самолете А-320 RA-73767 по маршруту Ханты-Мансийск – Москва при посадке после выпуска механизации сработала сигнализация о низком уровне гидрожидкости в гидросистеме. Экипаж выполнил действия согласно РПП. Посадка произведена благополучно.

При послеполетном осмотре самолета обнаружены следы течи гидрожидкости в нише левой основной опоры шасси (ООШ) и повреждение трубопровода D290531100020. Выполнена замена трубопровода согласно руководству по эксплуатации.

Самолет А-320 RA-73767 (зав. № 7593) ПАО «Аэрофлот» выпущен 01.03.2017 компанией «AIRBUS». Нарботка самолета с начала эксплуатации составляет 24038 часов (10853 посадки).

Трубопровод р/п D290531100020 установлен на ВС на этапе его производства. Нарботка трубопровода составляет 24038 часов (10853 посадки). Гарантийный срок службы не назначен. Предусмотрен осмотр зоны установки с периодичностью 72 месяца. Последний осмотр проводился в июне 2023 года.

Исследование проводилось с целью определения причины негерметичности трубопровода по методике, предусматривающей выполнение следующих работ:

- оценка технического состояния трубопровода р/п D290531100020;
- геометрические измерения;
- фрактографическое исследование;
- комплекс металлофизических исследований материала трубопровода;
- анализ результатов исследования и формирование заключения.

**Оценка технического состояния** поступившего на исследование трубопровода показала (рис. 1), что на трубопроводе присутствует трещина в материале, расположенная в зоне утонения стенки трубки в результате износа материала от контакта с сопрягаемой деталью. На наружной поверхности трубопровода в противоположной зоне месту расположения трещины выявлена вторая зона износа материала (рис. 2). Механические и коррозионные повреждения трубопровода вне вышеописанных зон отсутствуют. Ниппель накидной гайки и резьбовой ниппель на противоположных концах трубопровода повреждений не имеют и находятся в удовлетворительном техническом состоянии (рис. 3).

Разрушение трубопровода ориентировано вдоль его оси, что указывает на образование разрушения под действием внутреннего давления.

**Геометрические измерения** показали, что диаметр трубопровода равен 10,58 мм, толщина стенки равна 0,5 мм.

**Фрактографическое исследование** проводилось с применением растрового электронного микроскопа EVO 40 немецкой фирмы Карл Цейс.

На участке наибольшего утонения стенки трубопровода в изломе сформированы две зоны (условно «1» и «2») разной шероховатости (рис. 4).

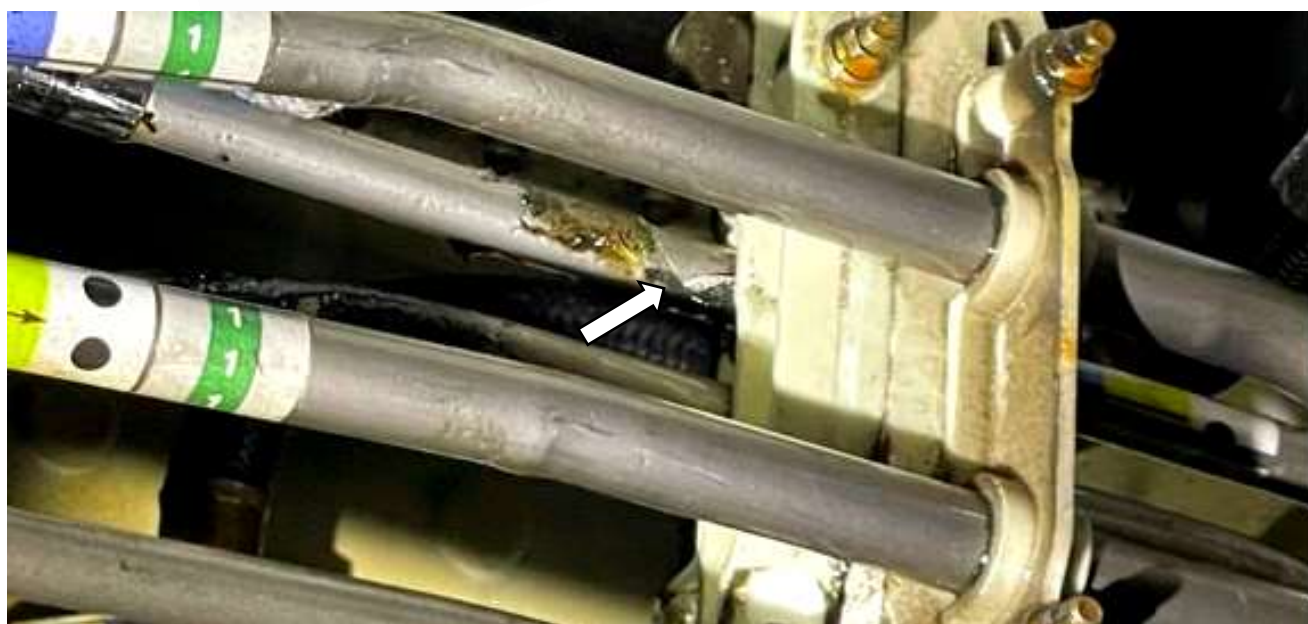
Зона «1» расположена у наружной поверхности и представляет собой каскад фасеток, ориентированных вдоль волокон материала трубки (вдоль её оси). На самих фасетках нет выраженного рельефа, что типично и характерно для усталостного разрушения титанового сплава в условиях выдержки под нагрузкой, которая возникает при создании внутреннего давления в трубке (рис. 5).

В зоне «2» сформирован мелко ямочный рельеф, отражающий процесс вязкого разрушения материала в условиях повторно-статического разрушения. Следовательно, развитие разрушения трубки происходило в условиях циклического нагружения от наружной поверхности к внутренней с надрывом материала в момент сквозного прорастания трещины. Разрастание трещины от участка с наименьшим утонением стенки происходило также с формированием ямочного рельефа излома, что указывает на повторно-статический характер разрушения (рис. 6). Выявлена

3

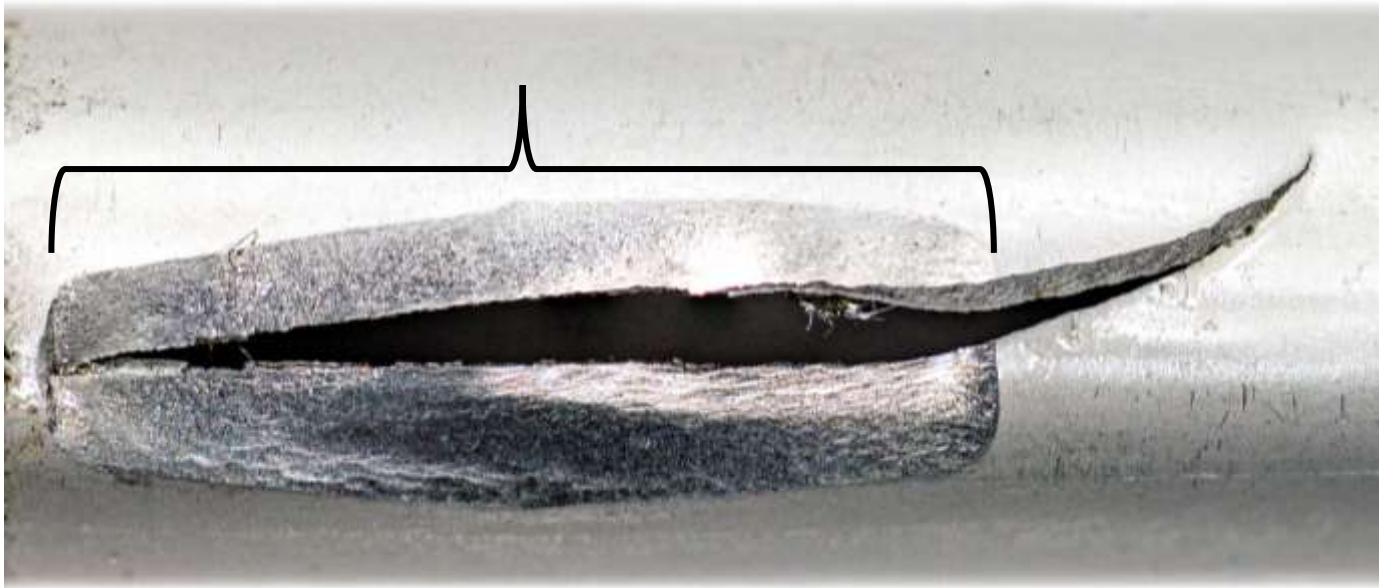


а

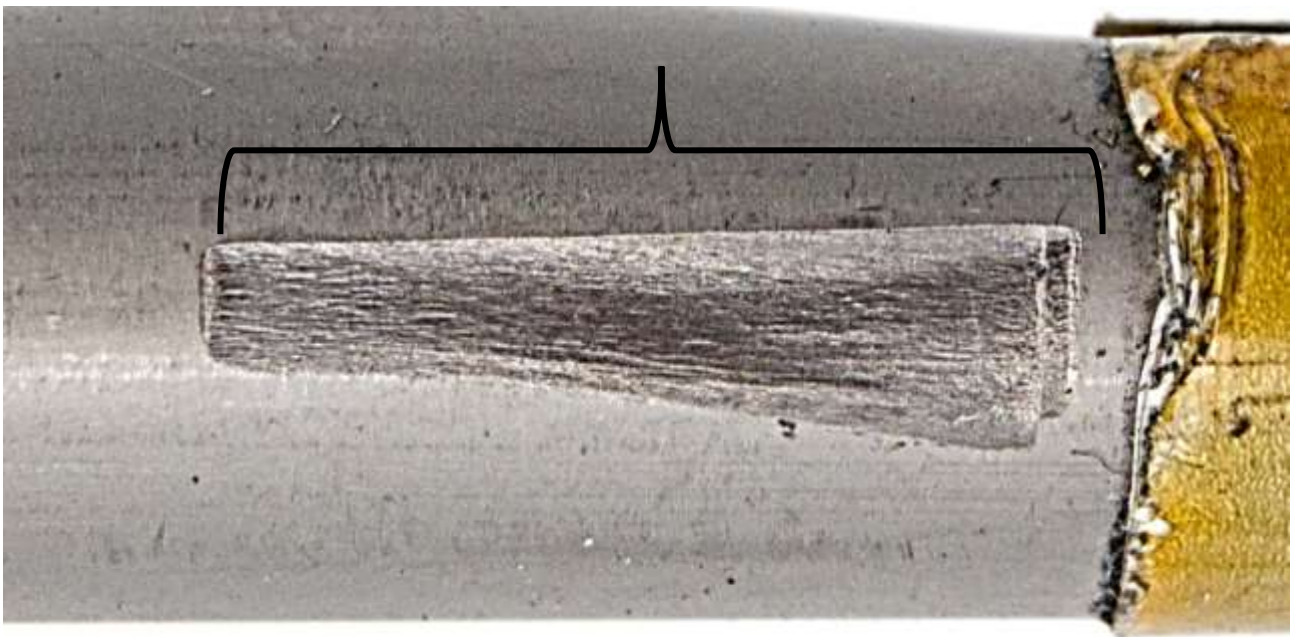


б

Рис.1. Виды трубопровода и его номера при поступлении на исследование (а, зона повреждения показана стрелкой) и фото места крепления поврежденного трубопровода (показан стрелкой) на ВС (б).



а



б

Рис. 2. Виды места разрушения трубопровода в зоне износа (а) и износа материала трубопровода с противоположной стороны (б). Фигурными скобками показаны зоны износа материала трубопровода.





Рис. 3. Вид ниппелей с обоих концов трубопровода с указанием их размеров.

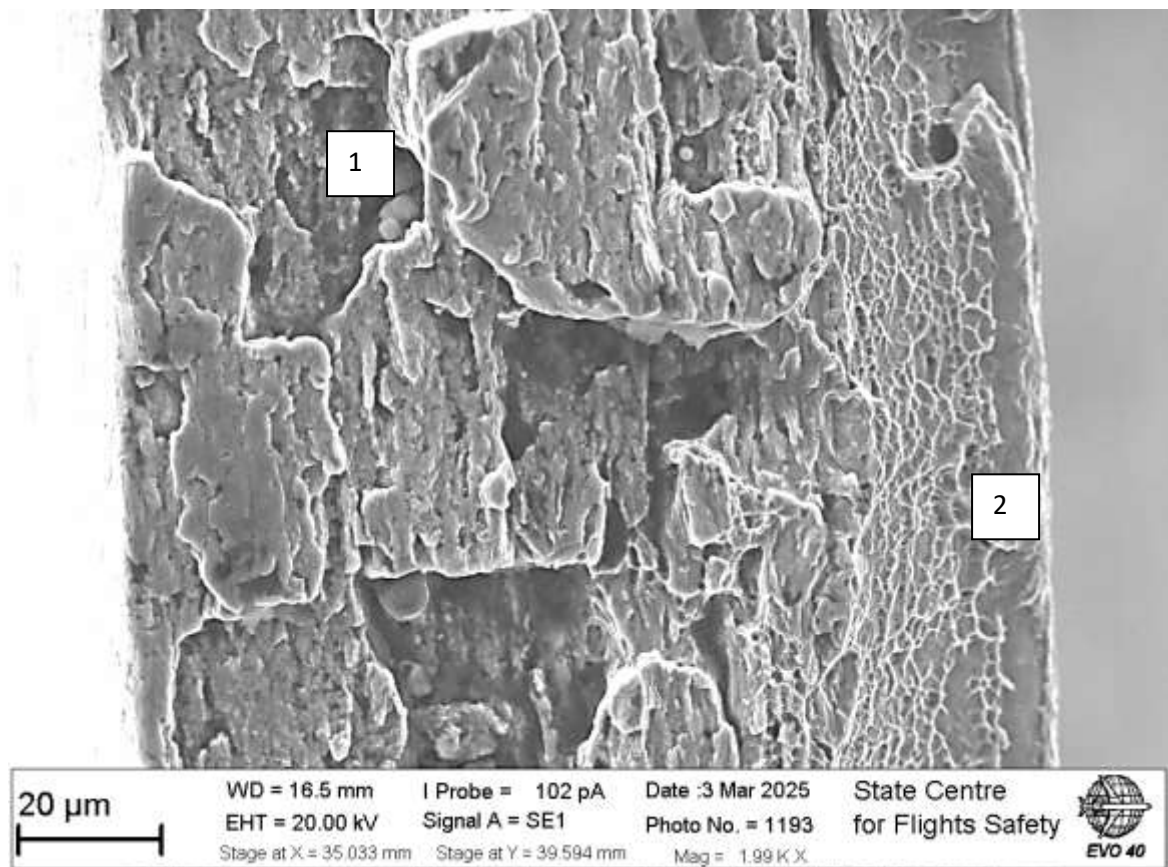


Рис. 4. Вид двух зон излома «1» и «2» с разной шероховатостью.

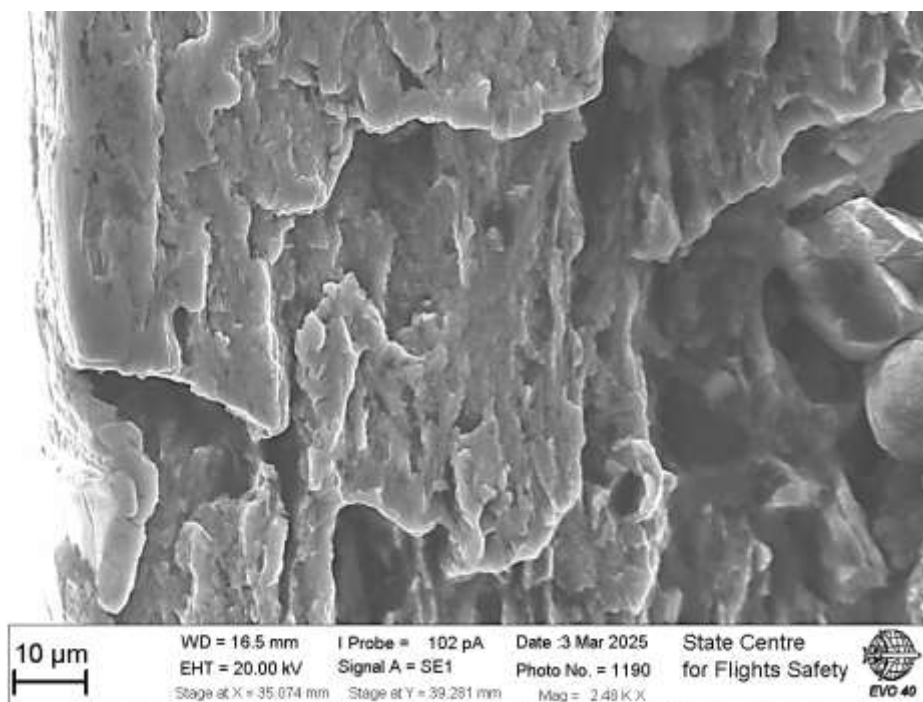
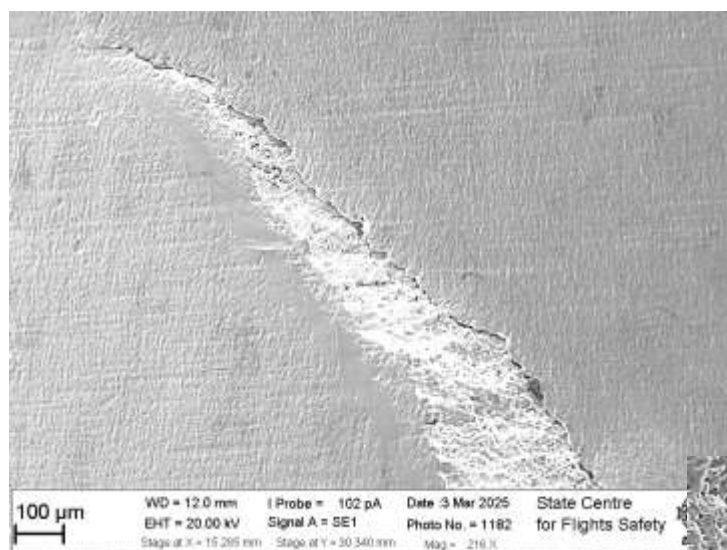
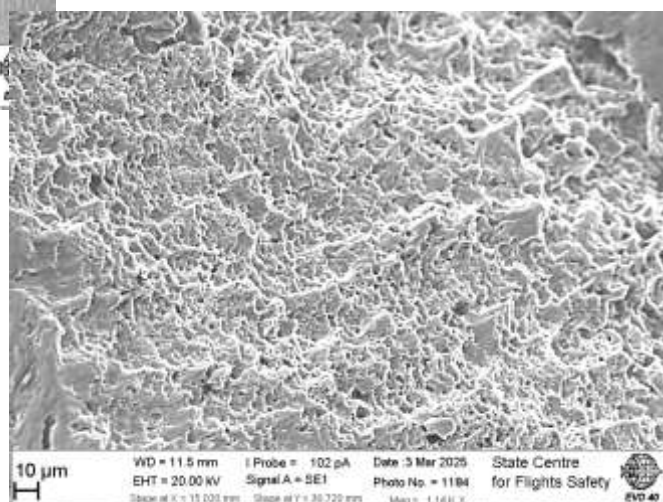


Рис. 5. Вид участка излома в зоне «1» в виде сглаженного рельефа, отражающего текстуру исследуемого титанового сплава.



а



б

Рис. 6. Виды (а) участка одного из окончаний трещины в трубке и рельефа излома этого участка с выраженными ориентированными ямками (б).

выраженная ориентировка ямок поперек стенки трубки, указывающая на сдвиговый характер окончательного развития трещины.

**Измерение твердости** материала трубопровода показало, что фактическое значение составляет  $HV = 280,9$ .

**Полуколичественный спектральный анализ** материала трубопровода показал, что трубопровод изготовлен из титанового сплава, который по содержанию легирующих элементов алюминия и ванадия относится к зарубежному сплаву типа Ti – AL-V.

**Металлографическим анализом** материала трубопровода установлено, что микроструктура материала трубопровода удовлетворительная, дефекты металлургического происхождения отсутствуют (рис. 7). Толщина стенки в зоне разрушения и износа составила 0,147 мм (рис. 8) при толщине трубопровода вне зоны износа 0,470 мм.

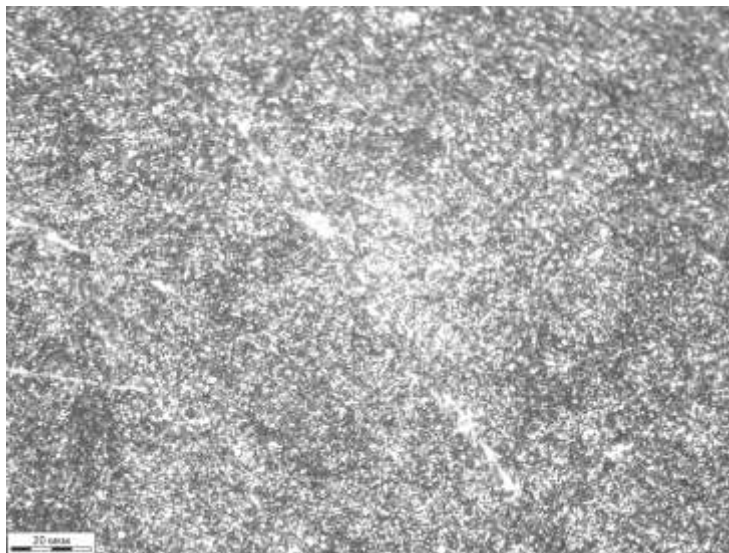


Рис.7. Вид микроструктуры материала трубопровода.

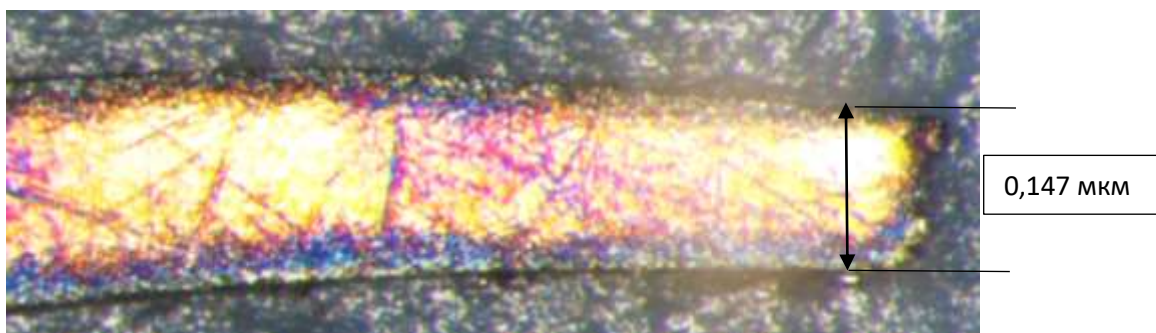


Рис. 8. Вид стенки трубопровода в зоне максимального утонения и разрушения с указанием размера.

**Анализ результатов** проведенного исследования показал, что разрушение трубопровода в зоне его максимального утонения в результате износа материала носит усталостный характер и произошло в условиях выдержки материала под нагрузкой, возникающей при создании внутреннего давления в трубопроводе.

На основании проведенного исследования было сформировано заключение (заключение от ..... № 10442-И/103) о том, что негерметичность трубопровода р/п D290531100020 гидравлической системы самолета А-320 RA-73767 явилась следствием усталостного разрушения трубопровода в зоне его износа.

Износ материала трубопровода произошел в результате микроперемещений (вибрации) трубопровода относительно сопряженной детали.