

Экспериментальное исследование влияния полимерных заполнителей, герметиков и барьерного обжатия на усталостную долговечность гладких полос в условиях фреттинг-коррозии

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

Экспериментально установлено, что применение полимерных заполнителей, герметиков в полостях кругового барьерного обжатия полосы и применение специальных шайб заполненных полимерным наполнителем, повышает в 3—4,6 раза усталостную долговечность конструктивных элементов в виде гладких полос из алюминиевого сплава Д16АТ с прижатыми шайбами при эксплуатационных контактных давлениях и нагрузках, по сравнению с усталостной долговечностью гладких полос с прижатыми стандартными шайбами без применения полимерного заполнителя, герметика, специальных шайб и барьерного обжатия в сопрягаемых поверхностях.

Ключевые слова: усталостная долговечность, полимерный наполнитель, герметик, фреттинг-коррозия, полоса, специальная шайба, контактное давление, круговое барьерное обжатие, шайба.

Установлено [1 – 6], что усталостное разрушение элементов при применении средств, повышающих их усталостную долговечность, возникает в зоне интенсивной фреттинг-коррозии между контактируемыми деталями соединения, т.е. фреттинг-коррозия ограничивает дальнейшее повышение долговечности конструктивных элементов.

Поэтому исследование влияния полимерных наполнителей, герметиков совместно с барьерным обжатием сопрягаемых деталей, конструктивных элементов в виде гладких полос является актуальной задачей и целью данной статьи.

Для исследования усталостной долговечности в условиях фреттинг-коррозии применены стандартные шайбы ОСТ 1 34507-80 и полосы гладких образцов, выполненных из алюминиевого сплава Д16АТ. Форма и размеры образцов для проведения усталостных испытаний разработаны в соответствии с ГОСТ 25.502-79 «Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов: Методы испытания на усталость». Геометрические размеры образцов гладких полос показаны на рис. 1.

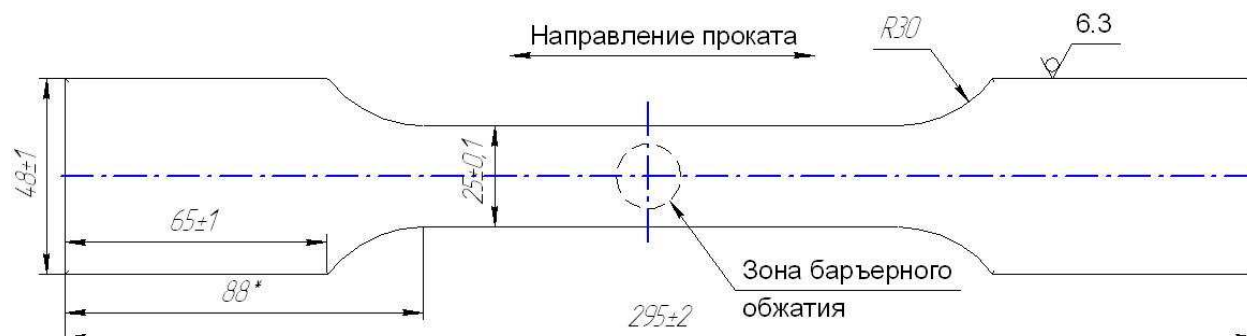
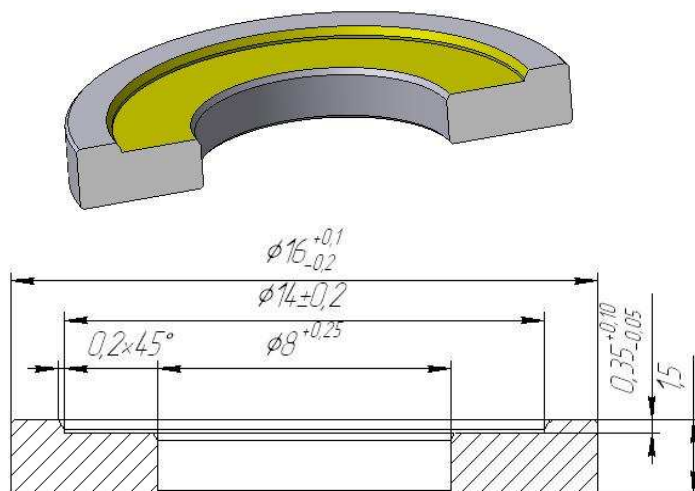
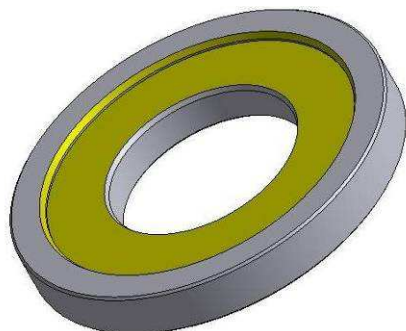


Рис. 1. Образец гладкой полосы для проведения усталостных испытаний

Образцы полос изготовлены из листа Д16АТ л.5 путем фрезерования по контуру на вертикально-фрезерном станке. После изготовления образцов на них нанесено анодно-окисное покрытие, Ан. Окс. Нхр. по серийной технологии авиационного предприятия.

Одна из партий полос обработана круговым барьерным обжатием, и нанесен полимерный наполнитель ВЗ-27М на одну группу образцов гладких полос, а на вторую группу герметик У-30МЭС-5М. Разработаны специальные шайбы (рис. 2) на основе стандартной шайбы по ОСТ 1 34507-80. Специальные шайбы изготовлены из стали 30ХГСА и покрыты ВЗ-27М по технологии авиационного предприятия.

а



б

Рис. 2. Специальные шайбы: а - трехмерная модель специальной шайбы; б - геометрические размеры специальной шайбы

Для устранения непосредственного металлического контакта между шайбой и полосой образца наносится (рис. 3) полимерный наполнитель ВЗ-27М или герметик У-30МЭС-5м

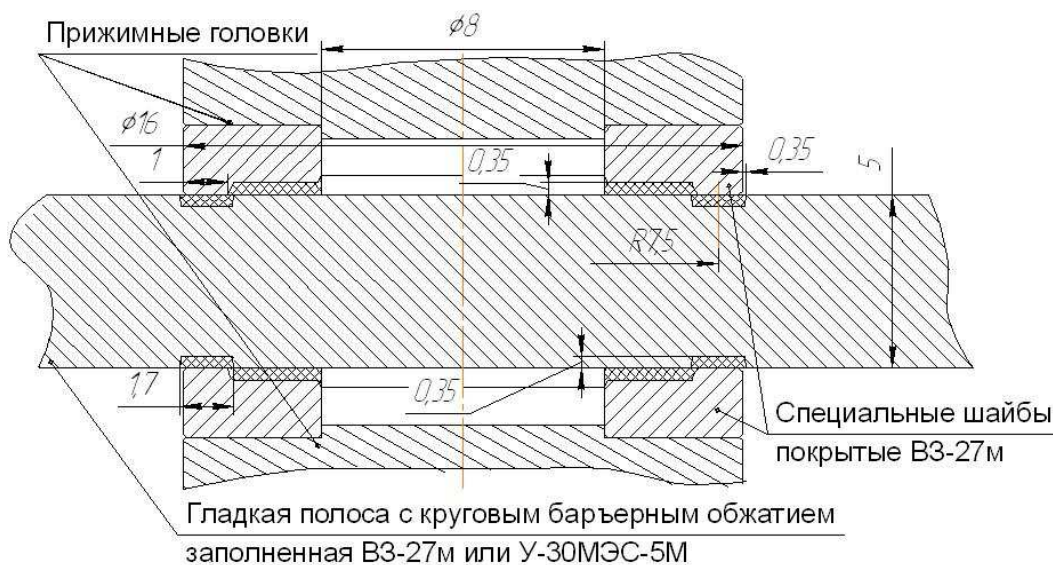


Рис. 3. Схема нанесения антифреттингового покрытия в зоне контакта шайб и гладкой полосы

Для обработки гладких полос круговым барьерным обжатием спроектированы и изготовлены обжимки, представленные на рис. 4 и 5. Барьерное обжатие выполнялось на границе контакта шайбы и полосы т.е в зоне интенсивной фреттинг-коррозии. Усилие кругового барьерного обжатия создавалось с помощью установки ZD 10/90 (рис. 6). Усилие обжатия составляло 80 000 Н. Глубина кругового барьерного обжатия находилась в пределах 0.3...0.35 мм которая контролировалась на измерительном приспособлении с часовым индикатором (см. рис. 7)



Рис. 4. Обжимки для кругового барьерного обжатия

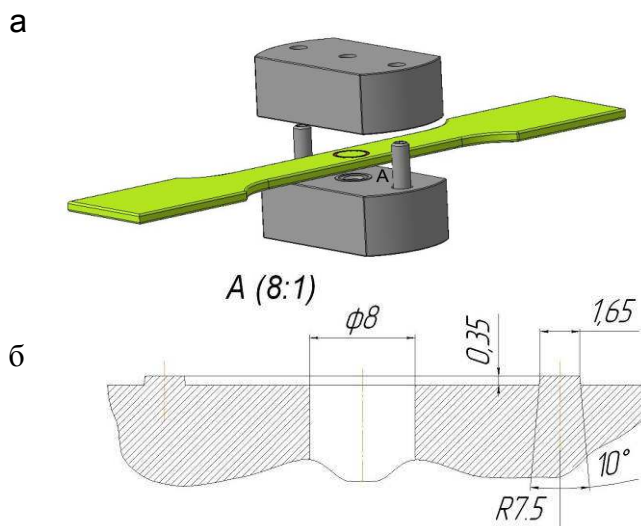


Рис. 5. Обжимки: а - трехмерная модель полосы и обжимок; б -геометрические размеры буртиков круговых барьерных обжимок

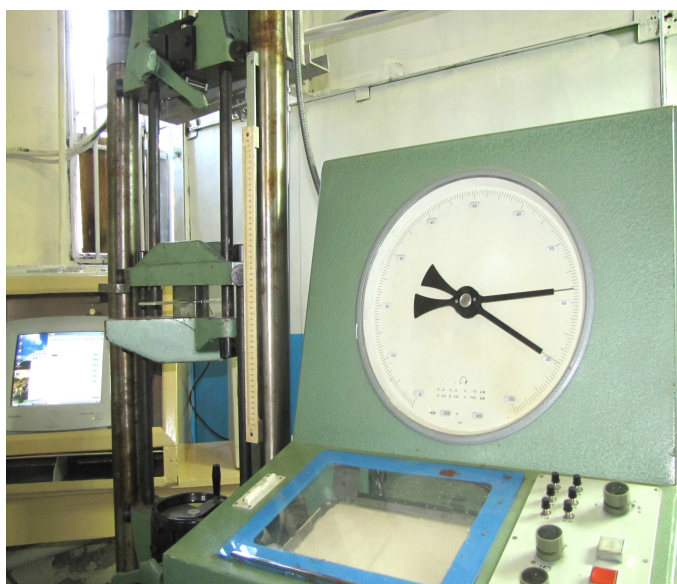


Рис. 6. Установка образца для выполнения кругового барьерного обжатия на испытательной машине ZD 10/90



Рис. 7. Контрольно-измерительное приспособление для измерений глубины обжатия

Для создания контактных давлений между гладкой полосой и шайбами были разработаны и изготовлены специальные приспособления. Трехмерные модели элементов приспособления представлены на рис. 8. В собранном виде трехмерная модель приспособления изображена на рис. 9.

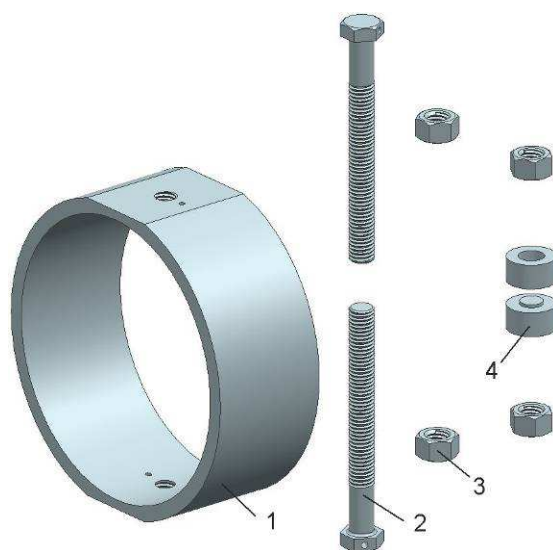


Рис. 8. Трехмерные модели элементов приспособления для получения прижимных усилий: 1 – кольцо; 2 – болт; 3 – гайка; 4 – прижимные головки

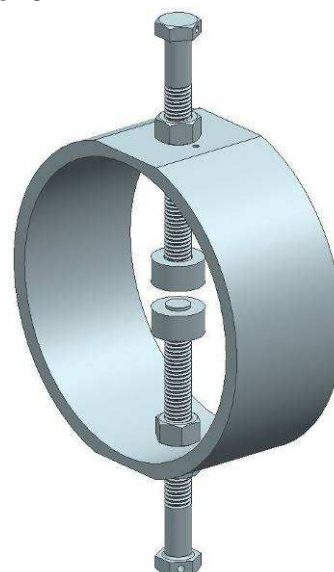


Рис. 9. Трехмерная модель приспособления

Усилия прижатия шайб к гладкой полосе передается через прижимные головки 4 (см. рис. 8) с помощью болтов 2. Болты вкручивались в кольцо 1. Прижатие шайб обеспечивалось закручиванием болтов шкальным ключом КМШ-140 (момент затяжки $M_{кр} = 22 \text{ Н}\cdot\text{м}$). В соответствии с трехмерными моделями изготовлено приспособление для проведения экспериментальных исследований (рис. 10). Трехмерная модель образца с приспособлением для проведения усталостных испытаний в условиях фреттинг-коррозии показана на рис. 11.



Рис. 10. Приспособление для получения прижимных усилий

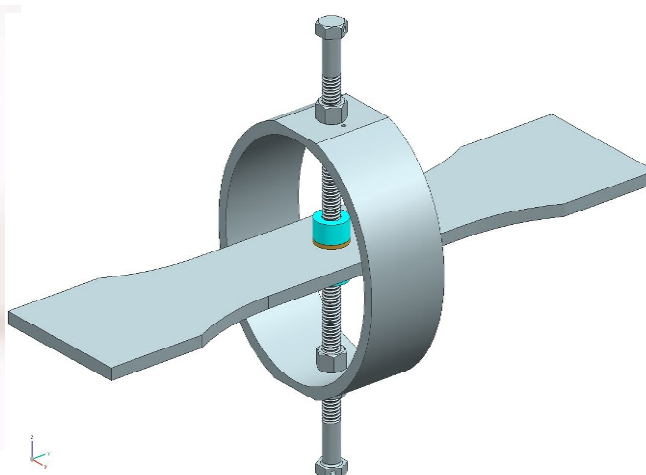


Рис. 11. Трехмерная модель образца и приспособления для получения прижимных усилий

Для давлений и определения усилий прижатия шайбы $Q_{ш}$ (даН) прижимным болтом и головками при различных крутящих моментах $M_{кр}$, прикладываемых к головке болтов, применен тарировочно-экспериментальный метод. С помощью динамометра ДОСМ-3-3, шкального ключа КМШ-140, штока (рис. 12) передаются прижимные усилия от шайбы с прижимной головкой и болта до динамометра, силового каркаса. Приспособление для тарировки представлено на рис. 13. В результате установлено, что между крутящим моментом $M_{кр}$ (Нм) и усилием прижатия шайбы $Q_{ш}$ (даН) существует линейная зависимость которая аппроксимируется выражением

$$Q_{ш} = 7,7 M_{кр}$$

Так, при $M_{кр} = 22$ Н·м усилие прижатия шайбы $Q_{ш} = 1694$ даН.



Рис. 12. Шток для передачи усилий

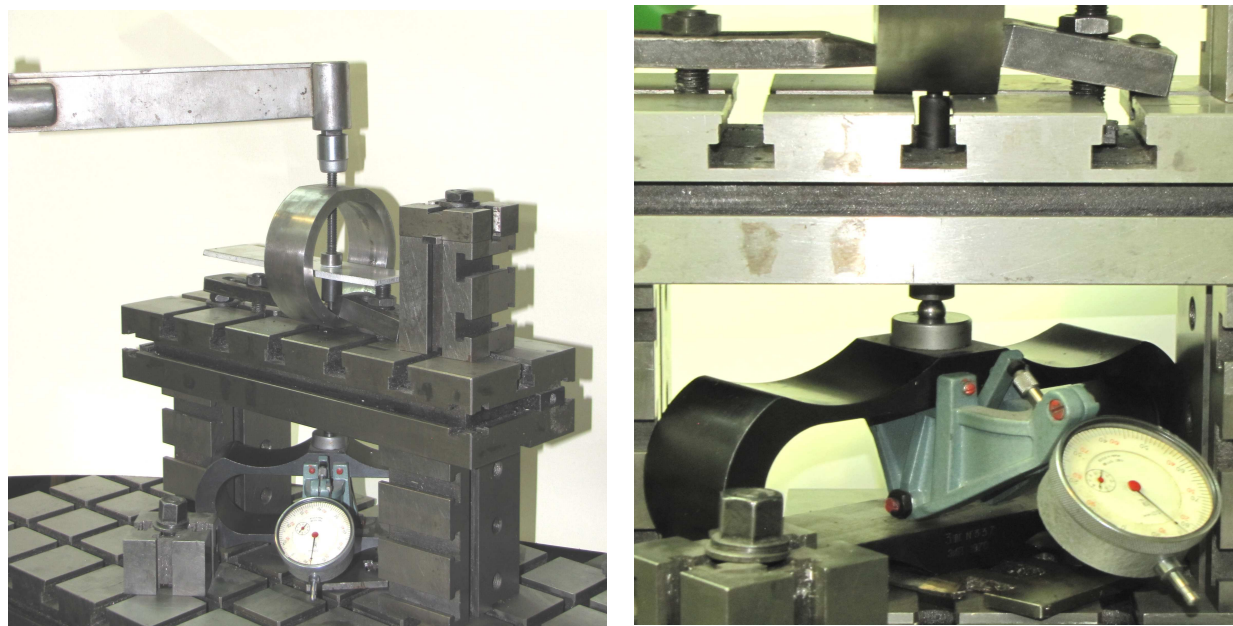


Рис. 13. Приспособление тарировочное

Усталостные испытания образцов проведены на установке ЦДМ-10ПУ (рис. 14) при отнулевом растягивающем цикле нагружения с частотой $f=11$ Гц.

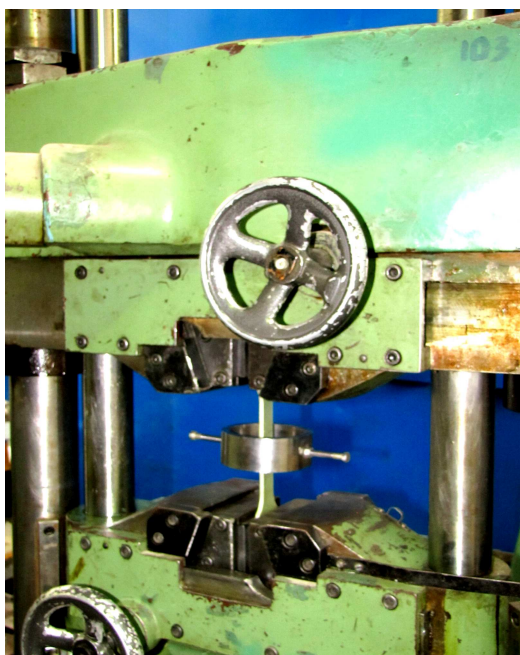


Рис. 14. Образец, установленный в испытательную машину ЦДМ-10пу с прижатыми шайбами

Проведены экспериментальные исследования на усталостную долговечность в условиях фреттинг-коррозии четырех типов образцов:

№ 1 — с прижатыми стандартными шайбами 1,5 -8-16-ц ОСТ 1 34507-80 ($M_{кр} = 22 \text{ Н}\cdot\text{м}$);

№ 2 — с круговым барьерным обжатием по границам контакта шайб с образцом без наполнителей с прижатыми шайбами 1,5 -8-16-ц ОСТ 1 34507-80 ($M_{кр} = 22 \text{ Н}\cdot\text{м}$);

№ 3 — с круговым барьерным обжатием по границам контакта шайб с образцом, заполненным герметиком У-30МЭС-5М, с прижатыми специальными шайбами 1,5 -8-16-ц, покрытыми ВЗ-27М ($M_{кр} = 22 \text{ Н}\cdot\text{м}$);

№ 4 — с круговым барьерным обжатием по границам контакта шайб с образцом, заполненным ВЗ-27М, с прижатыми специальными шайбами 1,5 -8-16-ц, покрытыми ВЗ-27М.

Эксперименты выполнены при двух уровнях циклических напряжений $\sigma_{бр \text{ min}} = 0$, $\sigma_{бр \text{ max}} = 130 \text{ МПа}$ и $\sigma_{бр \text{ min}} = 0$, $\sigma_{бр \text{ max}} = 150 \text{ МПа}$.

На каждом уровне нагружения по пяти образцов. Зоны и характер усталостного разрушения образцов №1 показаны на рис. 15 и 16.

Усталостное разрушение гладких полос из алюминиевого сплава Д16АТ л.5 при испытаниях в контактной паре с прижатыми шайбами 1,5-8-16-ц ОСТ 1 34507-80 на уровне напряжений $\sigma_{бр \text{ max}} = 130 \text{ МПа}$ происходило на границе контакта шайбы и полосы от фреттинг-коррозии (рис. 15, образец 1.1.2), и при

уровне $\sigma_{бр\ max} = 150$ МПа усталостное разрушение произошло на границе контакта шайбы и полосы от фреттинг-коррозии (образец 1.2.4. рис. 16.)

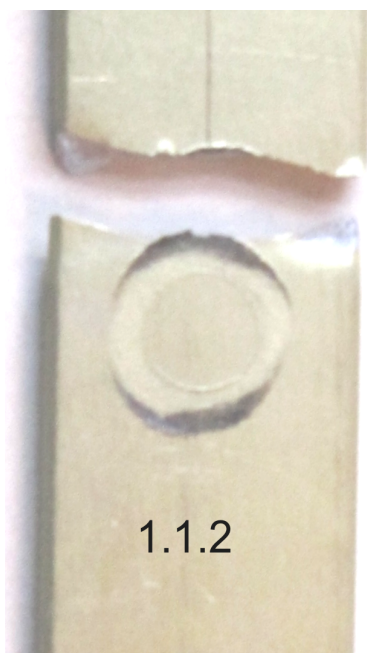


Рис. 15. Характер усталостного разрушения образцов гладких полос из материала Д16АТ л.5 при экспериментальных исследованиях в условиях фреттинг-коррозии в контактной паре с прижатыми шайбами 1,5 -8-16-ц ОСТ 1 34507-80 при уровне напряжений

$$\sigma_{бр\ max} = 130 \text{ МПа}$$



Рис. 16. Характер усталостного разрушения образцов гладких полос из материала Д16АТ л.5 при экспериментальных исследованиях в условиях фреттинг-коррозии в контактной паре с прижатыми шайбами 1,5 -8-16-ц ОСТ 1 34507-80 при уровне напряжений

$$\sigma_{бр\ max} = 150 \text{ МПа}$$

Для изучения усталостного излома и поверхностей контакта с шайбами использована оптическая микроскопия (МБС-9). Опишем характерные элементы внешнего вида образцов № 1.1.2 и № 1.2.4 после разрушения полос.

Очевидно (см. рис. 15 и 16), что поверхность разрушения образца проходит перпендикулярно продольной оси, причем зона фреттинг-коррозии возникает на границе контакта прижатых к поверхности полосы двух соосно расположенных шайб. На рис. 17 показан вид поверхности излома гладкой полосы, свидетельствующий о том, что разрушение инициируется интенсивной фреттинг-коррозией и заметно, как образуется усталостная трещина, развивающаяся вглубь гладкой полосы от поверхности на границе контакта шайбы и образца (рис. 18). Часть поверхности образца, которая подверглась интенсивному фреттинг-изнашиванию, имеет более темный цвет.

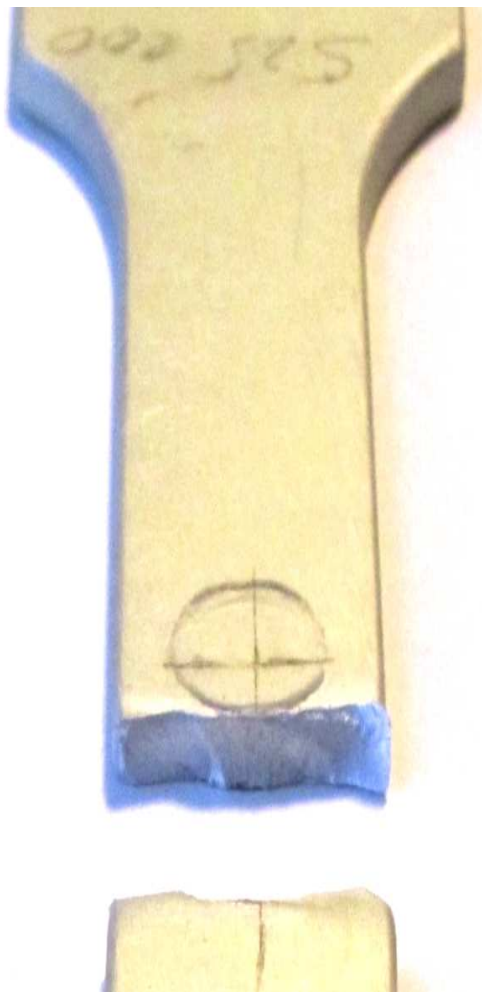


Рис. 17. Вид на характер усталостного разрушения в условиях фреттинг-коррозии (образец 1.1.2)

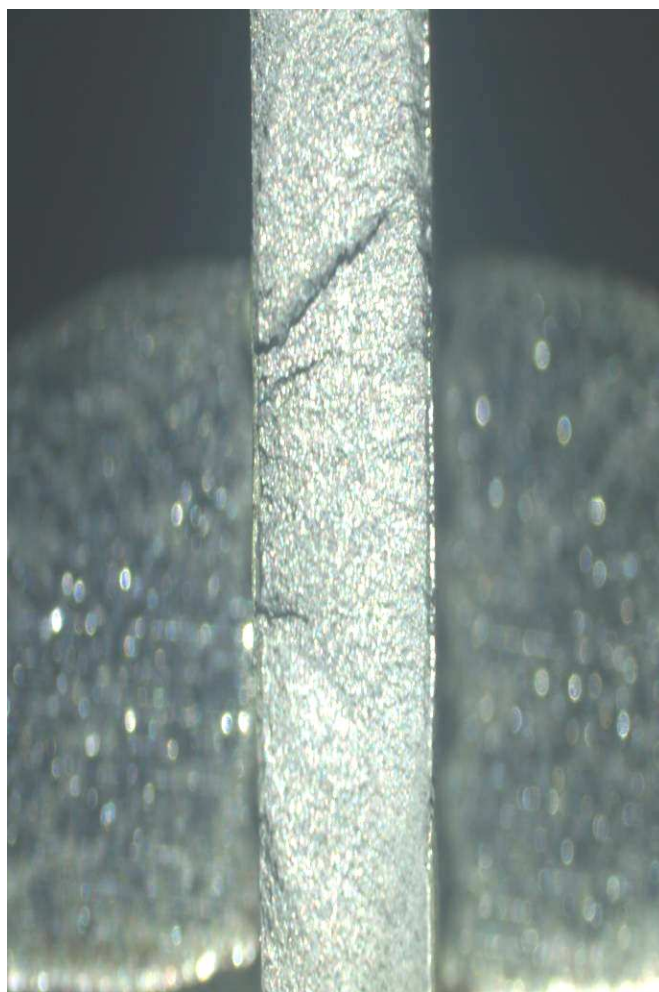


Рис. 18. Характер излома гладкой полосы после усталостного разрушения в условиях фреттинг-коррозии ($\times 6.5$, образец 1.2.4)

На рис. 19 показан характерный отпечаток, образовавшийся на поверхности гладкой полосы в результате фреттинга. На этом отпечатке видны два круглых контура, которые окружают поверхность контакта контртел. Вдоль этих контуров размещены гребни, свидетельствующие о вдавливании шайбы в материал гладкой полосы, которое вызывает вытеснение материала образца за пределы площадки контакта. Следует отметить, что это вытеснение наблюдается только при фреттинге: при его отсутствии вытеснения материала практически нет. Образовавшиеся валики имеют вдоль своей длины разную высоту. Высота максимальна в участках, прилегающих к продольной оси гладкой полосы, и минимальна в участках, прилегающих к перпендикуляру, проведенному к продольной оси образца через центр отпечатка.

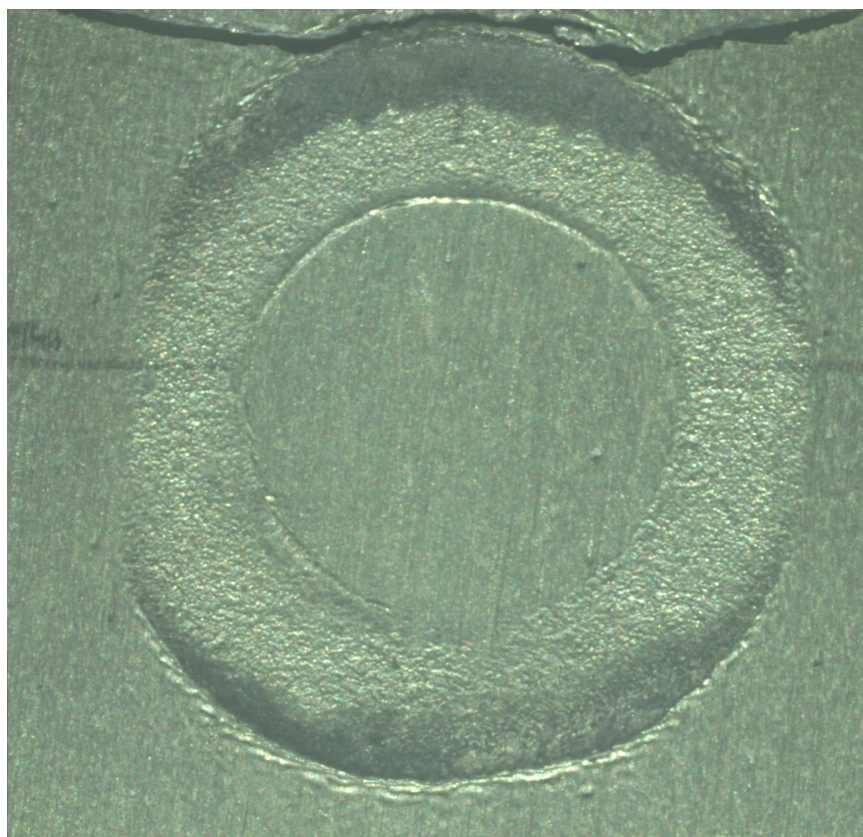


Рис. 19. Характерный вид повреждения на поверхности полосы образца в зоне фреттинг- коррозии ($\times 6.5$, образец 1.1.2)

Из рис. 19 видно, что поверхность разрушения образца (она перпендикулярна поверхности рисунка) — на границе контакта шайбы и образца интенсивной фреттинг-коррозии. Над поверхностью разрушения образуется своеобразный выступ, состоящий из сильно разрыхленного и охрупченного черного порошка двуокиси алюминия. В результате интенсивного фреттинг-изнашивания материала полосы толщина этого выступа составляет $\sim 0,3$ мм. Здесь можно также выделить зону относительно слабого проявления фреттинг-изнашивания (более светлая часть отражения), где даже при малом увеличении просматриваются неоднородности. Аналогичный вид имеет и поверхность шайбы, которой она контактировала с полосой образца при фреттинге (рис. 20).

Поскольку приведенное описание характерно практически для всех испытываемых образцов (то есть при всех амплитудах и при разных покрытиях на шайбах), целесообразно для упрощения следующего описания представить схему повреждения (рис. 21), где выделено несколько зон фреттинг-изнашивания: зону I и зону I' — две симметричные относительно центра отпечатка зоны интенсивного фреттинг-изнашивания, которые имеют черный цвет; и зону II — более светлую, где интенсивность фреттинг-коррозии уменьшается и где при малых увеличениях хорошо заметны неоднородности поверхности.

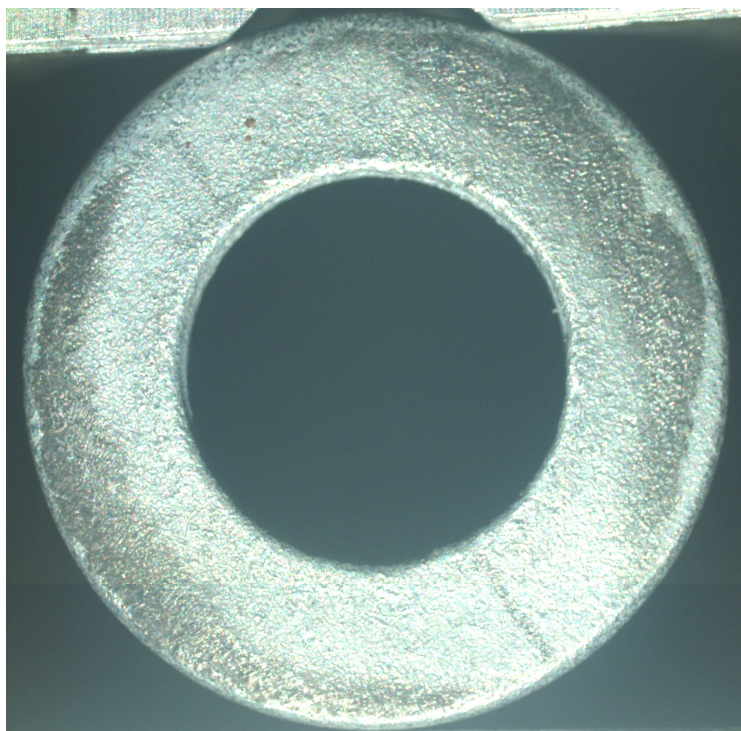


Рис. 20. Характер повреждения поверхности шайбы после испытаний ($\times 6.5$, шайба 1.1.2)

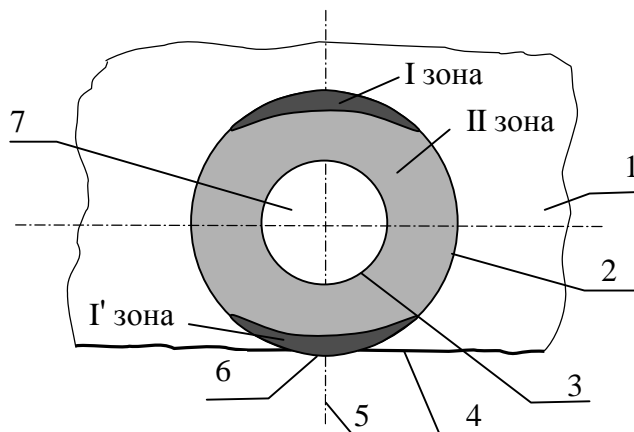


Рис. 21. Схема характерных зон развития фреттинг-коррозии на гладкой полосе:
1 – часть образца с повреждением от фреттинг-коррозии; 2 – внешний контур повреждения; 3 – внутренний контур отпечатка; 4 – поверхность усталостного разрушения образца; 5 – продольная ось образца; 6 – наплыв над поверхностью излома; 7 – поверхность образца-пластины в зоне отверстия шайбы; I, I' II – зоны фреттинг-коррозии

Эти неоднородности пластины и характеры разрушения показаны на рис. 22 ,23, а шайбы– на рис. 20.

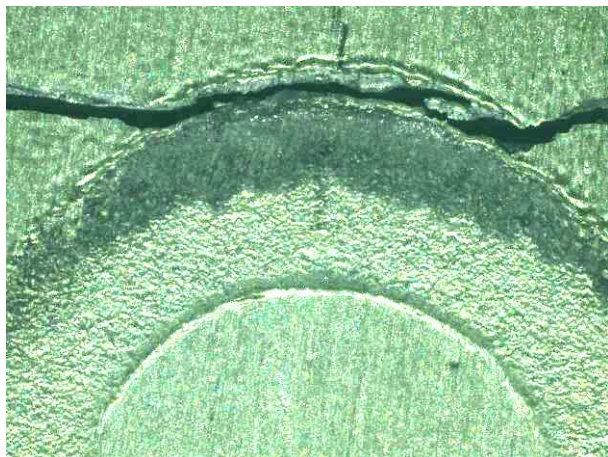


Рис. 22. Неоднородности на поверхности гладкой полосы ($\times 11$, образец 1.1.2)

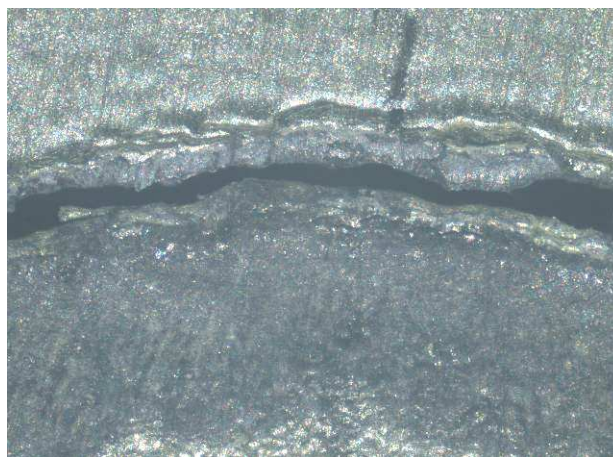


Рис. 23. Неоднородности на поверхности гладкой полосы ($\times 27$, образец 1.1.2)

Зоны и характер усталостного разрушения полос образцов №2 показаны на рис. 24 и 25.



Рис. 24. Характер усталостного разрушения образцов гладких полос из материала Д16АТ л.5 с круговым барьерным обжатием в условиях фреттинг-коррозии в контактной паре с прижатыми шайбами 1,5 -8-16-ц ОСТ 1 34507-80 при уровне напряжений $\sigma_{бр\ max} = 130$ МПа



Рис. 25. Характер усталостного разрушения образцов гладких полос из материала Д16АТ л.5 с круговым барьерным обжатием в условиях фреттинг-коррозии в контактной паре с прижатыми шайбами 1,5 -8-16-ц ОСТ 1 34507-80 при уровне напряжений $\sigma_{бр\ max} = 150$ МПа

Усталостное разрушение образцов гладких полос из алюминиевого сплава Д16АТ л.5 с круговым барьерным обжатием по границам контакта шайб с образцом без заполнителей в контактной паре с шайбами 1,5 -8-16-ц ОСТ 1 34507-80 при испытаниях на уровне отнулевых напряжений $\sigma_{бр\ max} = 130$ МПа происходило в зоне контакта шайбы и полосы от фреттинг-коррозии ближе к перпендикулярной оси (см. рис. 24, образец 2.1.3), и при уровне $\sigma_{бр\ max} = 150$ МПа усталостное разрушение произошло в зоне контакта шайбы и полосы от фреттинг-коррозии ближе к перпендикулярной оси (образцы 2.2.2; рис. 25.), но, как видно, фреттинг-изнашивание происходило в зоне I на поверхности контакта шайбы и гладкого образца на границе с лункой без образования наплыва. А в зоне II фреттинг-изнашивания усталостное разрушение происходило ближе к оси симметрии, образование наплыва происходило по внутреннему следу отверстия шайбы.

На рис. 26 показан вид поверхности излома гладкой полосы, свидетельствующий о том, что разрушение инициируется фреттинг-коррозией и видно как образуется усталостная трещина не такая большая как на образцах партии №1, развивающиеся в глубь гладкой полосы от поверхности на границе лунки барьерного обжатия и контакта шайбы (рис. 27).



Рис. 26. Характер усталостного разрушения в условиях фреттинг-коррозии (образец 2.2.2)



Рис. 27. Характер излома гладкой полосы с круговым барьерным обжатием после усталостного разрушения в условиях фреттинг-коррозии ($\times 6.5$, образец 2.2.2)

Характер повреждения гладкой полосы (рис. 28) с круговым барьерным обжатием, находившейся в контакте с шайбой (рис. 29), полученного при малом увеличении в микроскопе, позволяет определить характер неоднородности в зоне II. Эти неоднородности представляют с поперечным размером от 10 до 50 мкм, вокруг которых образуются трещины, заметные при большем увеличении (рис. 30 и 31); обнаруживаются участки сильного растрескивания (см. рис. 31), при этом ширина трещины на поверхности достигает 1-2 мкм. Следует обратить внимание на то, что некоторые трещины имеют темный цвет, а некоторые – белый цвет (это видно на рис. 30 и 31). С помощью микроанализатора удалось установить, что белые трещины заполнены цинком, перенесенным с поверхности шайбы (рис. 29). В спектре, полученном от темной трещины, оказываются лишь алюминий и кислород. Наличие этих элементов и отсутствие других свидетельствует о том, что трещина в этом случае отделяет один микроучасток оксидированной поверхности образца от другого такого же микроучастка.

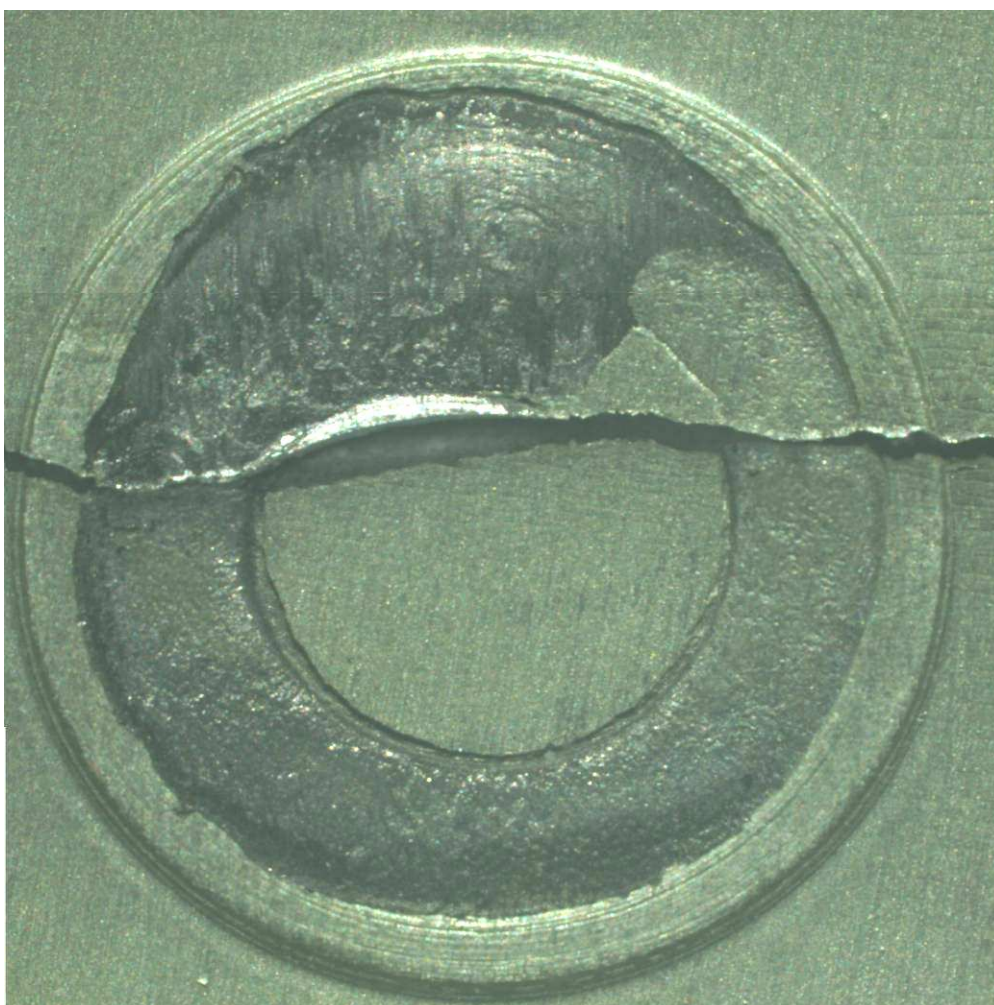


Рис. 28. Повреждения, образовавшиеся на поверхности гладкой полосы круговым барьерным обжатием в результате фреттинг-коррозии (× 6.5, образец 2.2.2)



Рис. 29. Характер повреждения шайбы после испытаний ($\times 6.5$, шайба 2.2.2)

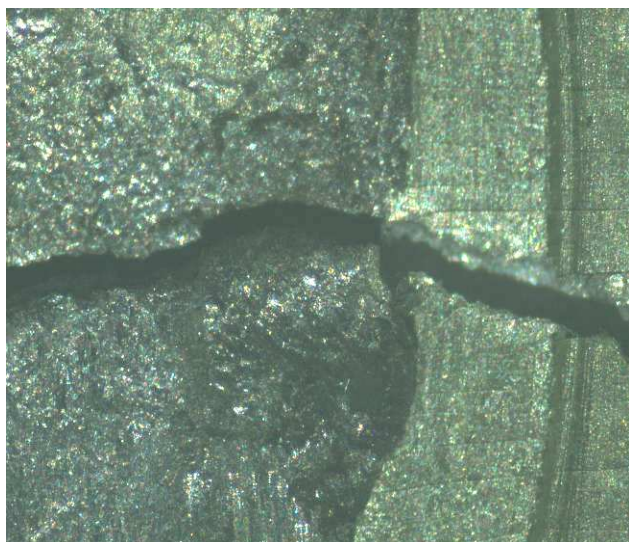


Рис. 30. Характер усталостного разрушения гладкой полосы с круговым барьерным обжатием ($\times 27$, образец 2.2.2)

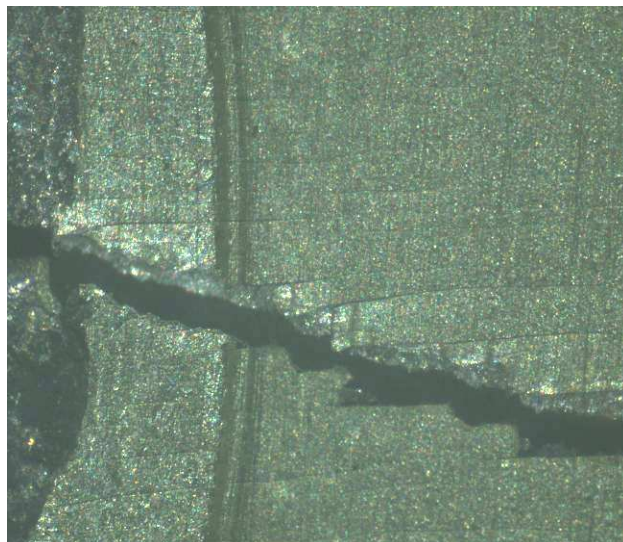


Рис. 31. Характер усталостного разрушения гладкой полосы с круговым барьерным обжатием ($\times 27$, образец 2.2.2)

Зоны и характер усталостного разрушения полос образцов №3 показаны на рис. 32 и 33.

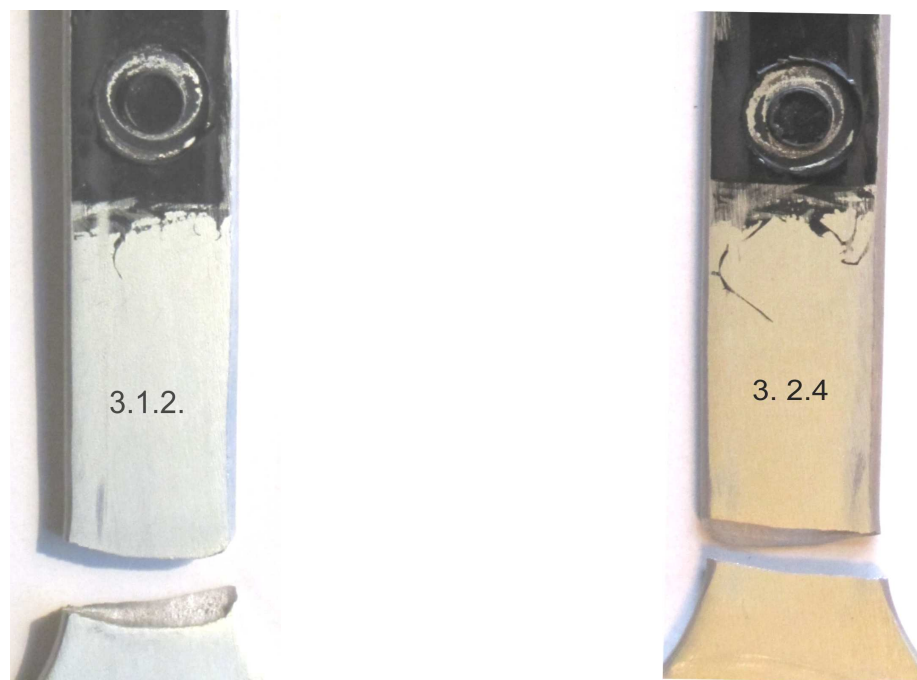


Рис. 32. Усталостного разрушение и повреждение гладкой полосы с круговым барьерным обжатием, заполненным герметиком У-30МЭС-5М, и прижатой специальными шайбами при уровне напряжений циклических растягивающих нагрузок

$\sigma_{бр\ max} = 130$ МПа (образец 3.1.2.)

Рис. 32. Усталостного разрушение и повреждение гладкой полосы с круговым барьерным обжатием, заполненным герметиком У-30МЭС-5М, и прижатой специальными шайбами при уровне напряжений циклических растягивающих нагрузок

$\sigma_{бр\ max} = 150$ МПа (образец 3.2.4)

Усталостное разрушение образцов гладких полос из алюминиевого сплава Д16АТ л.5 с круговым барьерным обжатием, заполненным герметиком У-30МЭС-5М, прижатых специальными шайбами 1,5 -8-16-ц при испытаниях на уровне отнулевых напряжений $\sigma_{бр\ max} = 130$ МПа происходило в зоне радиусного перехода (см. рис. 32, образец 3.1.2), и при $\sigma_{бр\ max} = 150$ МПа усталостное разрушение произошло также в зоне радиусного перехода (образец 3.2.4; рис. 33.). Заметно, что фреттинг-коррозия не наблюдается в зонах I и II, на поверхности контакта шайбы и гладкого образца, что хорошо видно на отпечатке (см. рис. 34, 36 и 37), а также на специальной шайбе (см. рис. 35)



Рис. 34. Характерный повреждений полосы образца на поверхности гладкой полосы с круговым барьерным обжатием , заполненным герметиком У-30МЭС-5М (× 6.5, образец 3.1.2)



Рис. 35. Вид на поверхность специальной шайбы после испытаний (× 6.5, шайба 2.2.2)

Зоны и характер усталостного разрушения полос образцов №4 показаны на рис. 38 и 39.



Рис. 36. Вид на поверхность гладкой полосы с круговым барьерным обжатием, заполненным герметиком У-30МЭС-5М после усталостных испытаний ($\times 11$, образец 3.1.2)

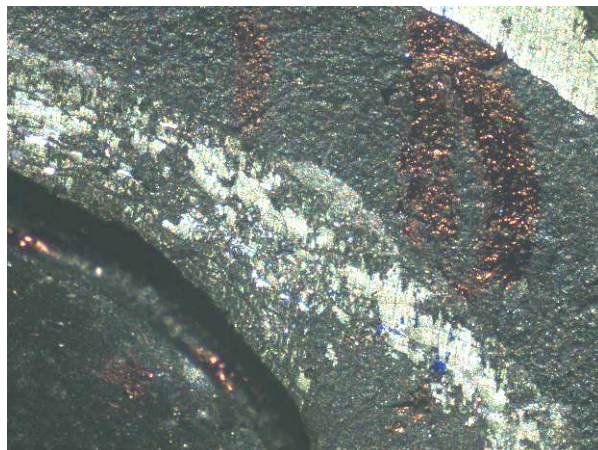


Рис. 37. Характер повреждения на поверхности гладкой полосы с круговым барьерным обжатием, заполненным герметиком У-30МЭС-5М ($\times 27$, образец 3.1.2)

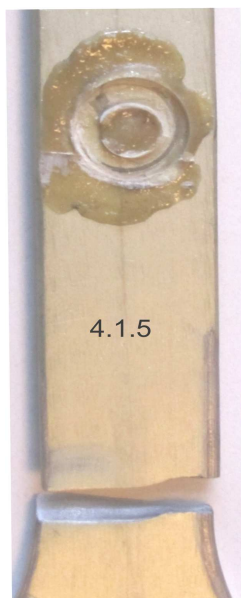


Рис. 38. Усталостное разрушение и повреждение гладкой полосы с круговым барьерным обжатием, заполненным полимерным наполнителем В3-27м, прижатой специальными шайбами после усталостного разрушения в условиях и циклических растягивающих нагрузок при уровне напряжений $\sigma_{бр\ max} = 130$ МПа (образец 4.1.5.)

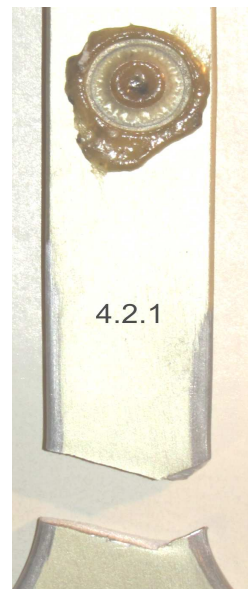


Рис. 39. Усталостное разрушение и повреждение гладкой полосы с круговым барьерным обжатием, заполненным полимерным наполнителем В3-27м, прижатой специальными шайбами после усталостного разрушения в условиях и циклических растягивающих нагрузок при уровне напряжений $\sigma_{бр\ max} = 150$ МПа (образец 4.2.1)

Усталостное разрушение образцов гладких полос из алюминиевого сплава Д16АТ л.5 с круговым барьерным обжатием, заполненным полимерным

заполнителем ВЗ-27м и прижатой специальными шайбами 1,5 -8-16-ц при испытаниях на уровне отнулевых напряжений $\sigma_{бр\ max} = 130$ МПа происходило в зоне радиусного перехода (см. рис. 38, образец 4.1.5), и при уровне $\sigma_{бр\ max} = 150$ МПа усталостное разрушение произошло также в зоне радиусного перехода (образец 4.2.1 рис. 39.) но заметно что фреттинг-коррозия не наблюдается в зонах I, II, на поверхности контакта шайбы и гладкого образца, что хорошо видно на отпечатке (рис. 40, 42 и 43), а также на специальной шайбе (рис. 41)

Количественные результаты усталостных испытаний представлены на рис. 44.

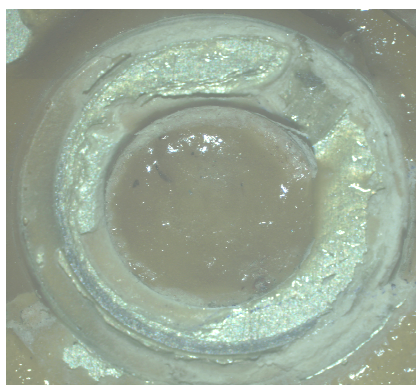


Рис. 40. Повреждения на поверхности контакта шайбы и гладкой полосы с круговым барьерным обжатию, заполненным полимерным наполнителем ВЗ-27м 27м после испытаний ($\times 6.5$, образец 4.1.5)



Рис. 41. Вид на поверхность специальной шайбы после испытаний ($\times 6.5$; шайба 4.1.5.)

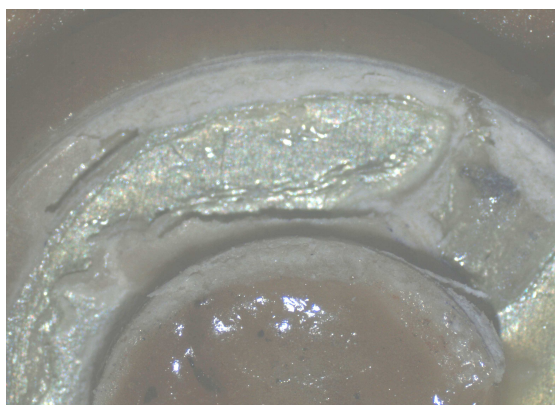


Рис. 42. Характер повреждений поверхности гладкой полосы с круговым барьерным обжатию, заполненным полимерным наполнителем ВЗ-27м после усталостных испытаний ($\times 11$, образец 4.1.5)

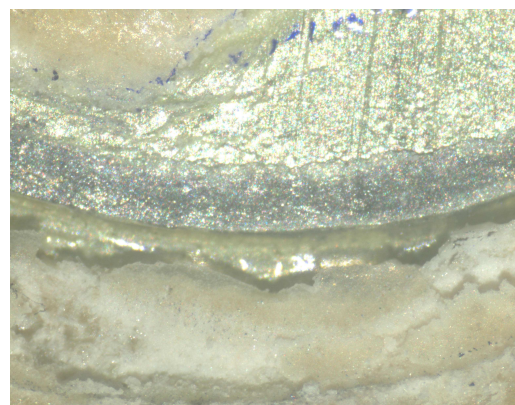


Рис. 43. Характер повреждений поверхности гладкой полосы с круговым барьерным обжатию, заполненным полимерным наполнителем ВЗ-27м после усталостных испытаний ($\times 27$, образец 4.1.5)

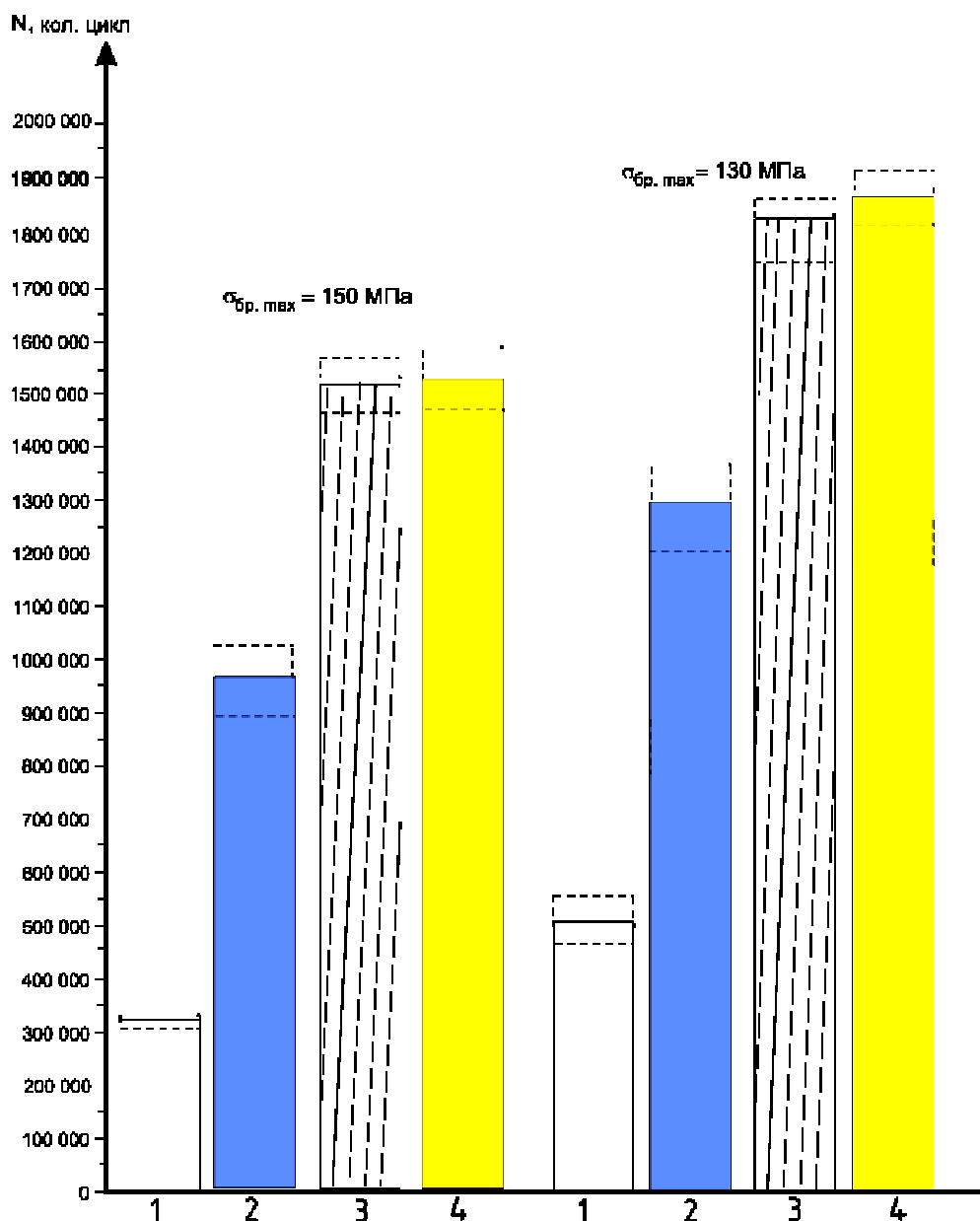


Рис. 44. Усталостная долговечность гладких полос с прижатыми шайбами в условиях совместного действия циклических растягивающих нагрузок и фреттинг-коррозии

- 1 — долговечность гладких полос с прижатыми шайбами 1,5-8-16-Ц ОСТ1 34507-80 ($M_{кр} = 22$ Нм)
- 2 — долговечность гладких полос с барьерным обжатием с прижатыми шайбами 1,5-8-16-Ц ОСТ1 34507-80 ($M_{кр} = 22$ Нм)
- 3 — долговечность гладких полос с барьерным обжатием и герметиком У-30МЭС-5М с прижатыми шайбами 1,5-8-16-Ц покрытыми ВЗ-27М ($M_{кр} = 22$ Нм)
- 4 — долговечность гладких полос с барьерным обжатием и полимерным наполнителем ВЗ-27М с прижатыми шайбами 1,5-8-16-Ц покрытыми ВЗ-27М ($M_{кр} = 22$ Нм)

Выводы

В результате проведения экспериментальных исследований на эксплуатационном уровне нагружения $\sigma_{\bar{p} \min} = 0$ МПа, $\sigma_{\bar{p} \max} = 130$ МПа и $\sigma_{\bar{p} \max} = 150$ МПа, установлено следующее:

1. Усталостное разрушение гладких полос из алюминиевого сплава Д16АТ л.5 при испытаниях с прижатыми шайбами 1,5 -8-16-ц ОСТ 1 34507-80 и гладкой полосы с круговым барьерным обжатием происходит в зоне контакта шайбы и полосы от фреттинг-коррозии. Усталостная долговечность обжатых образцов больше в 2,5—3 раза по сравнению с долговечностью не обжатых полос.
2. Применение полимерного заполнителя ВЗ-27м, герметика У-30МЭС-5м и барьерного кругового обжатия с прижатыми специальными шайбами покрытыми ВЗ-27м приводит к повышению усталостной долговечности в условиях фреттинг-коррозии образцов гладких полос из материала Д16АТ л.5 на эксплуатационном уровне нагрузки в 3,5-4,6 раза.
3. В зонах контакта шайб и гладких полос образцов при применении антифреттинговых покрытий активной фреттинг-коррозии не наблюдается благодаря устранению непосредственного металлического контакта сопрягаемых деталей.

Список литературы

1. Технология выполнения высокоресурсных заклепочных и болтовых соединений в конструкциях самолетов / А.И. Ярковец О.С. Сироткин В.А. Фирсов, Н.М. Киселев. –М.: Машиностроение, 1987. – 192 с.
2. Методы определения влияния конструктивно-технологических параметров на выносливость элементов планера самолёта / А.Г. Гребеников, С.В. Трубаев, В.А. Гребеников и др. // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 10. – Х., 2001. – С. 19 – 54.
3. Степнов М.Н. Усталость легких конструкционных сплавов / М.Н. Степнов, Е.В. Гиацинтов.- М.: Машиностроение, 1973.-214 с.
4. Хейвуд Р.Б. Проектирование с учетом усталости / Р.Б. Хейвуд; пер. с англ; под ред. И.Ф. Образцова. – М.: Машиностроение, 1969. – 504 с.
5. Голего, Н.Л. Фреттинг-коррозия металлов / Н.Л. Голего, А.Л. Алябьев, В.В. Шевель. – К.: Техніка, 1974. – 270 с.
6. Экспериментальное исследование влияния вакуумно-плазменного покрытия, нанесенного на шайбы, на усталостную долговечность конструктивных элементов в условиях фреттинг-коррозии / А.Г. Гребеников, А.М. Гуменный, И.П. Змиевской, В.Н. Клименко, В.М. Мацевитый, С.В. Ляшок // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 43. – Х., 2009. – С. 243 – 254.

Рецензент: канд. техн. наук, доцент Е.Т. Василевский,
Государственное предприятие «АНТОНОВ», Киев.
Поступила в редакцию 02.06.11.

Експериментальне дослідження впливу полімерних заповнювачів, герметиків і бар'єрного обтиснення на втомну довговічність гладких смуг в умовах фретинг-корозії

Експериментально встановлено, що застосування полімерних заповнювачів, герметиків у порожнинах кругового бар'єрного обтиснення смуги й використання спеціальних шайб заповнених полімерним заповнювачем, підвищує в 3,5-4.6 рази втомну довговічність конструктивних елементів у вигляді гладких смуг з алюмінієвого сплаву Д16АТ із притиснутими шайбами при експлуатаційних контактних тисках і навантаженнях порівнянно зі втомною довговічністю гладких смуг із притиснутими стандартними шайбами, без застосування полімерного заповнювача, герметика, спеціальних шайб і бар'єрного обтиснення в сполучуваних поверхнях.

Ключові слова: втомна довговічність, полімерний заповнювач, герметик, фретинг-коррозія, смуга, спеціальна шайба, контактний тиск, кругове бар'єрне обтиснення, шайба.

Experimental research of effect produced by polymeric fillers, sealing compounds and barrier compression on fatigue durability of smooth strips under condition of fretting-corrosion

It has been experimentally established that application of polymeric fillers, sealing compounds in cavities of circular barrier comparison strips and special washers filled with a polymeric filler established, that application results in 3,5-4.6 increase of fatigue durability of constructive elements in the form of smooth strips from aluminium alloy Д16АТ with the pressed washers at operational contact pressure and loadings, in comparison with fatigue durability of smooth a strips with compressed standart washersmade, without application of a polymeric filler, the sealing compounds, special washers and barrier compression in interfaced surfaces,

Keywords: fatigue durability, a polymeric filler, sealing compounds, fretting-corrosion, a strip, a special washer, contact pressure, circular barrier compression, a washer.