

УДК 629.735.33.025.7.017.1:621.787

В.А. Гребеников, А. К. Мялица, А. М. Гуменный,
В. М. Андрущенко, А. С. Чумак, Л. Ю. Буйвал, С. С. Капустин

Влияние типа заклепок на усталостную долговечность образцов заклепочных соединений пластин с заполненными незагруженными отверстиями

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского
«Харьковский авиационный институт»*

Исследовано влияние типа заклепок на усталостную долговечность образцов пластин с заполненными незагруженными отверстиями. Разработана конструкция образцов с их последующим изготовлением на Харьковском авиационном государственном производственном предприятии. Проведены экспериментальные исследования усталостной долговечности образцов соединений при наличии герметика У30МЭС-5М с потайными заклепками ОСТ 1 34100-80 и заклепками с плоско-скругленными головками ОСТ 1 34078-85. Представлены результаты этих исследований.

Ключевые слова: образец пластины с заполненным незагруженным отверстием, потайная заклепка, заклепка с плоско-скругленной головкой, циклическое нагружение, усталостная долговечность.

Для легких самолетов, обшивки крыльев которых выполнены из листов алюминиевых сплавов номинальной толщиной 0,8 мм, существенное значение имеет ресурс соединений в регулярной зоне, например в зоне соединений обшивки с поясами нервюр. Так как внутренние полости крыльев могут использоваться как топливные баки, то усталостная долговечность при наличии герметика в зоне такого типа соединений представляет интерес.

Для тонких обшивок толщиной 0,8 мм при использовании потайных заклепок гнезда под закладные головки образуют подштамповкой [1]. Влияние этой технологии постановки потайных заклепок на усталостную долговечность соединений по сравнению с усталостной долговечностью соединений, выполненных заклепками с плоско-скругленной головкой исследовано недостаточно.

Для легких самолетов применение потайных заклепок при клепке соединений тонких обшивок крыльев, выполненных из алюминиевых сплавов, существенно повышается качество внешней поверхности крыльев. Соответственно исследование усталостной долговечности соединений тонких обшивок крыльев, выполненных разными типами заклепок, представляет интерес для разработки рекомендаций конструкторам и технологам по обеспечению ресурса таких соединений.

Целью данной работы является исследование влияния типа заклепок на усталостную долговечность образцов пластин с заполненными незагруженными отверстиями, моделирующих соединения тонких обшивок крыла легкого пассажирского самолета в зоне расположения топливного бака.

Исследование проведено на образцах пластин с заполненными незагруженными отверстиями, разработанных с учетом ОСТ 1 00872-77 «Соединения заклепочные. Методы испытаний» [2], моделирующих заклепочные соединения тонких обшивок крыла с поясами нервюр.

Образцы изготовлены из листа 1163АТл0,8 на Харьковском авиационном государственном производственном предприятии (ХГАПП).

Геометрические размеры образцов для испытаний соединения с потайными заклепками и заклепками с плоско-скругленной головкой показаны на рис.1 и 2.

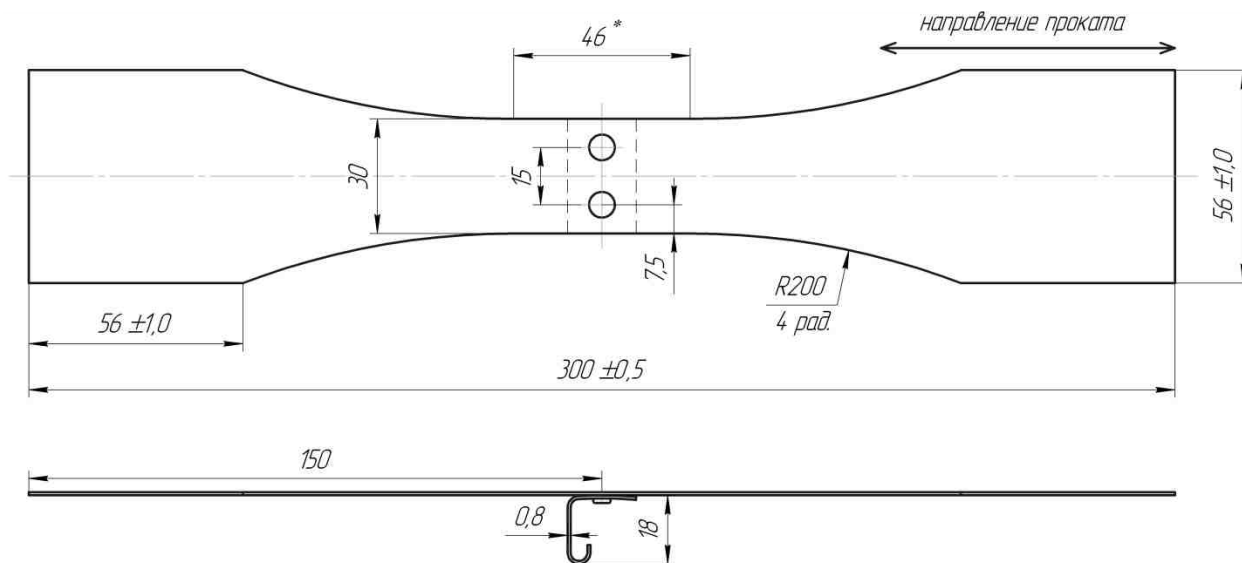


Рис. 1. Фрагмент чертежа образцов с потайными заклепками

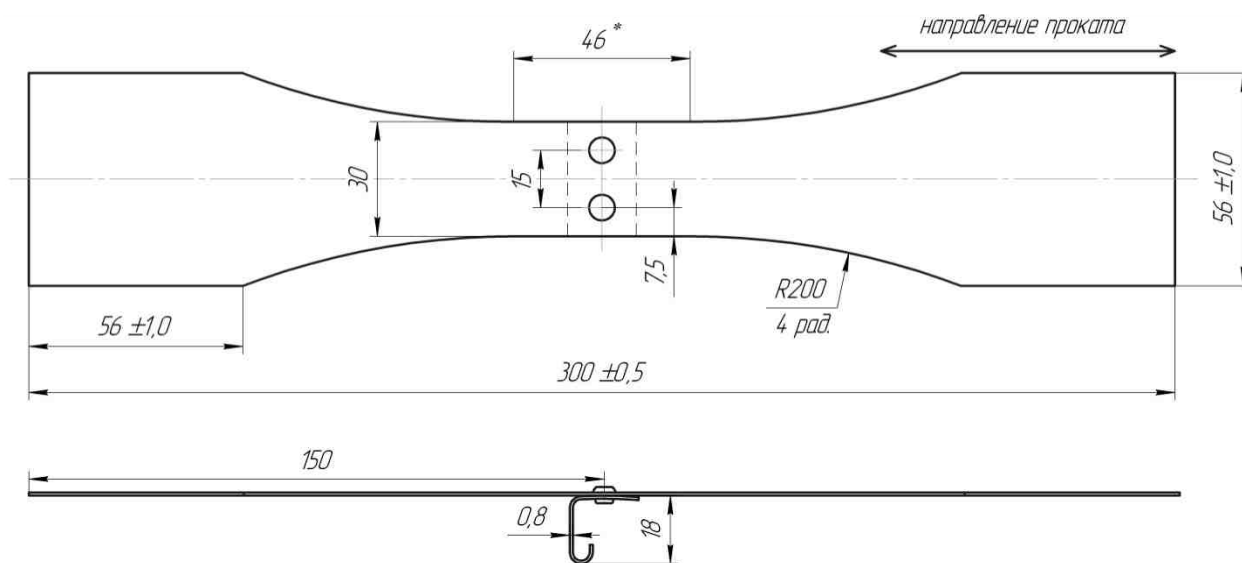


Рис. 2. Фрагмент чертежа образцов с заклепками с плоско-скругленной закладной головкой

В качестве крепежных элементов использовали потайные заклепки 3-5-Ан. Окс-ОСТ 1 34100-80 и заклепки с плоско-скругленной головкой 3-5-Ан. Окс-ОСТ 1 34078-85 [3, 4].

Для соединений конструктивных элементов с потайными заклепками гнезда под закладные головки выполняли подштамповкой по ТПИ-1033 "Клепка металлических конструкций" [1].

Исследованы образцы с внутришовным герметиком УЗОМЭС-5М, ТУ38 1051436-88 (шпательный по 148ТИ 16-501-02) [5].

Испытания образцов проведены на машине для испытаний на усталость

металлических образцов при растяжении-сжатии УРМ-2000 на уровне нагружения $\sigma_{\text{бр min}} = 30$ МПа, $\sigma_{\text{бр max}} = 130$ МПа с частотой нагружения 40 Гц в Проблемной научно-исследовательской лаборатории ресурса самолетных конструкций Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт». Расположение образца в процессе циклического нагружения в захватах машины для испытаний на усталость показано на рис. 3.

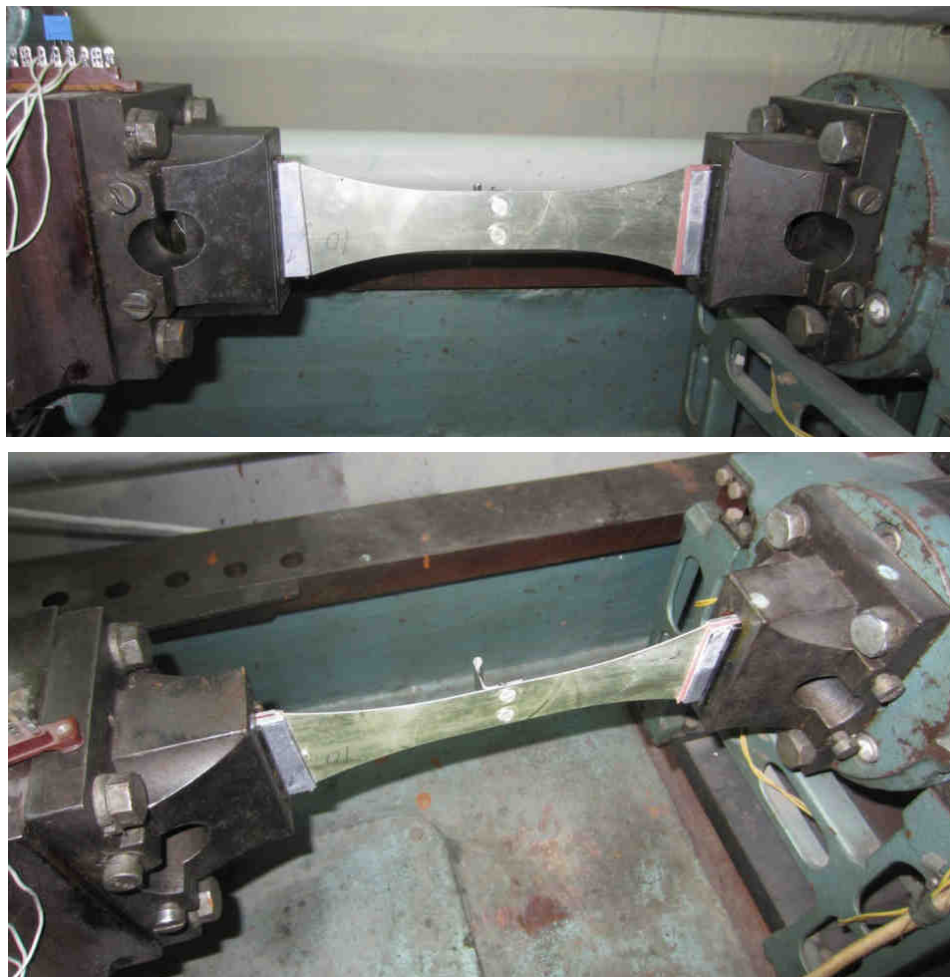


Рис. 3. Пример установки образца в машине для испытаний на усталость металлических образцов при растяжении-сжатии УРМ-2000

Схема нагружения образцов в процессе испытаний на усталостную долговечность показана на рис. 4.

Испытано четыре образца с потайными заклепками и три образца с заклепками с плоско-скругленной закладной головкой.

Разрушение образцов проходило по пластинам, моделирующим обшивку, в сечениях по оси отверстий под заклепки.

Результаты проведенных испытаний представлены в табл. 1 и 2 для образцов с потайными заклепками и заклепками с плоско-скругленной закладной головкой соответственно.

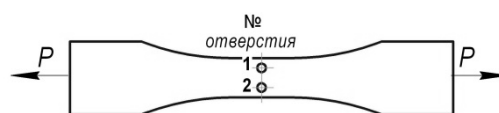


Рис. 4. Схема нагружения образцов

Таблица 1.

Результаты усталостных испытаний образцов с потайными заклепками

Номер образца	Материал листа	Истинная толщина образца, мм	Истинная ширина образца, мм	Начальная площадь в сечении брутто ($F_{0бр}$), мм ²	Уровень прикладываемых нагрузок в сечении брутто P , кг (P_{max}/P_{min})	Уровень действующих напряжений в сечении брутто $\sigma_{бр}$, МПа ($\sigma_{max}/\sigma_{min}$)	$\sigma_{обр}$, МПа	Количество циклов нагружения до разрушения, цикл. нагр.
6.5.1-ПС	1163АТ л. 0,8	0,66	29,9	19,734	400 / 100	198,8/49,7	172,2	598 200
6.5.2-ПС		0,69	29,9	20,631	400 / 100	193,9/48,5	167,9	265 400
6.5.3-ПС		0,69	29,9	20,631	400 / 100	193,9/48,5	167,9	223 900
6.5.4-ПС		0,69	29,9	20,631	400 / 100	193,9/48,5	167,9	180 600
Среднее значение количества циклов нагружения до разрушения, цикл. нагр.								317 000

Таблица 2.

Результаты усталостных испытаний образцов с заклепками с плоско-скругленной головкой

Номер образца	Материал листа	Истинная толщина образца, мм	Истинная ширина образца, мм	Начальная площадь в сечении брутто ($F_{0бр}$), мм ²	Уровень прикладываемых нагрузок в сечении брутто P , кг (P_{max}/P_{min})	Уровень действующих напряжений в сечении брутто $\sigma_{бр}$, МПа ($\sigma_{max}/\sigma_{min}$)	$\sigma_{обр}$, МПа	Количество циклов нагружения до разрушения, цикл. нагр.
6.5.4-ВС	1163АТ л. 0,8	0,68	29,9	20,332	400/100	193/48	167,3	106 200
6.5.5-ВС		0,69	29,9	20,631	400/100	190/47,5	164,7	219 400
6.5.6-ВС		0,685	29,9	20,482	400/100	195/48,8	166,8	261 100
Среднее значение количества циклов нагружения до разрушения, цикл. нагр.								195 600

Разрушение образцов проходило по пластинам, моделирующим обшивку, в сечениях по оси отверстий под заклепки.

На рис. 5 в качестве примера показана зона разрушения образца № 6.5.5-BC, образованная в процессе испытаний на усталостную долговечность.



а



б



в

Рис. 5. Зона и характер разрушения образца вследствие испытаний на усталостную долговечность: а – вид спереди, б – вид сзади, в – характер разрушения

Анализ результатов усталостных испытаний показал, что усталостная долговечность образцов с потайными заклепками в 1.6 раза выше усталостной долговечности образцов соединений с заклепками с плоско-скругленной головкой.

Выводы

Проведены исследования усталостной долговечности образцов пластин с заполненными незагруженными отверстиями с внутришовным герметиком У30МЭС-5М, выполненных потайными заклепками ОСТ 1 34100-80 и заклепками с плоско-скругленными головками ОСТ 1 34078-85.

В результате испытаний получено, что усталостная долговечность образцов с потайными заклепками с образованием гнезд под закладные головки подштамповкой в 1.6 раза выше усталостной долговечности образцов соединений с заклепками с плоско-скругленной закладной головкой.

Список литературы

1. ТПИ-1033. Клепка металлических конструкций. – Изд. 4-е. – Х.: ХГАПП. – 68 с.
2. ОСТ 1 00872-77. Соединения заклепочные. Методы испытаний. – Введ. 01.07.1978. – 25 с.
3. ОСТ 1 34096-80 ÷ ОСТ 1 34101-80. Заклепки с потайной головкой $\angle 120^\circ$. Конструкция и размеры. – Взамен 3547А ÷ 3552А; введ. 01.07.1986. – 6 с.
4. ОСТ 1 34073-85 ÷ ОСТ 1 34083-85. Заклепки с плоско-скругленной головкой. Конструкция и размеры. – Введ. 01.07.1986. – 14 с.
5. ТУ 38-1051436-88. Герметик тиоколовый У-30МЭС-5М. – Введ. 01.10.1988. – 28 с.

Поступила в редакцию 22.02.2017

Вплив типу заклепок на втомну довговічність зразків заклепочних з'єднань пластин із заповненими незавантаженими отворами

Досліджено вплив типу заклепок на втомну довговічність зразків пластин із заповненими незавантаженими отворами. Розроблено конструкцію зразків з їх подальшим виготовленням на Харківському авіаційному державному виробничому підприємстві. Проведено експериментальні дослідження втомної довговічності зразків з'єднань із герметиком У30МЕС-5М із потайними заклепками ОСТ 1 34100-80 і заклепками з плоско-округленими головками ОСТ 1 34078-85. Наведено результати цих досліджень.

Ключові слова: зразок пластини із заповненим незавантаженим отвором, потайна заклепка, заклепка з плоско-скругленою головою, циклічне навантаження, втомна довговічність.

Influence of Rivet Type on Fatigue of Riveted Plate Specimens with Filled Unloaded Holes

The effect of the rivet type on the fatigue of plate samples with filled unloaded holes is investigated. The design of the samples was developed with their subsequent manufacture at the Kharkov Aviation State Production Enterprise. Experimental studies of the fatigue of specimens of compounds with the U30MES-5M sealant with blind rivets OST 1 34100-80 and rivets with flat-rounded heads OST 1 34078-85 were carried out. The results of these studies are presented.

Key words: sample plate with filled unloaded hole, blind rivet, rivet with flat-rounded head, cyclic loading, fatigue life.

Сведения об авторах:

Вадим Александрович Гребеников – канд. техн. наук, зав. лабораторией зав. лабораторией "Открытые информационные технологии" центра обучения CAD/CAM/CAE/PLM, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.

Анатолий Константинович Мялица – д-р техн. наук, профессор, Украина.

Андрей Михайлович Гуменный – канд. техн. наук, доцент кафедры 103 «Проектирование самолетов и вертолетов», Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.

Владимир Михайлович Андрищенко – ст. научн. сотрудник, канд. техн. наук, доцент кафедры 103 «Проектирование самолетов и вертолетов», Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.

Антон Сергеевич Чумак – мл. научн. сотрудник кафедры 103 «Проектирование самолетов и вертолетов», Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.

Лилия Юрьевна Буйвал – аспирант кафедры 103 «Проектирование самолетов и вертолетов», Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.

Сергей Семенович Капустин – зав. лабораторией кафедры 103 «Проектирование самолетов и вертолетов», Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Украина.