

Є. П. ГАВРИЛОВ^{1,2}¹ Державне підприємство «Антонов», Київ, Україна² Національний авіаційний університет, Київ, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЛІВКОУТВОРЮЮЧИХ АНТИКОРОЗІЙНИХ СПОЛУК НА ВТОМУ ЗАКЛЕПКОВИХ З'ЄДНАНЬ

Предметом вивчення в статті є вплив плівкоутворюючих антикорозійних сполук (ПАС) на втомну довговічність авіаційних заклепкових з'єднань. **Метою** є обґрунтування комплексного методу контролю негативних побічних ефектів застосування плівкоутворюючих антикорозійних сполук. **Завдання:** аналіз стану проблеми корозії конструкцій повітряних суден; критичний аналіз літературних джерел стосовно можливих негативних побічних ефектів застосування плівкоутворюючих сполук для захисту авіаційних заклепкових з'єднань, які полягають в зниженні їх циклічної довговічності при наявності плівкоутворюючих сполук в зазорі з'єднань; розробка зразка для втомних випробувань, який відображає конструктивні особливості сучасних літаків транспортної категорії; проведення втомних випробувань зразків заклепкових з'єднань з обробкою ПАС і без антикорозійної обробки; дослідження проникнення ПАС в зазори з'єднань. Основним **методом** дослідження є втомні випробування при режимах навантаження близьких до експлуатаційних. Основним **результатом** є доведена експериментально можливість негативних побічних ефектів застосування ПАС. Ефект пояснюється зміною сил тертя в з'єднаннях і відповідним перерозподілом зусиль між елементами з'єднань. Одним із факторів, що обумовлюють вплив на сили тертя і перерозподіл зусиль між елементами з'єднань є в'язкість антикорозійних сполук. Експериментально доведена можливість запобігання негативного впливу шляхом оптимізації процедури антикорозійної обробки. **Висновки.** Представлені в статті результати вказують, що застосування ПАС може призвести до негативних побічних ефектів. Враховуючи значний спектр зазначених матеріалів стосовно їх фізико-хімічних характеристик, очевидна необхідність обґрунтованого вибору ПАС, а також оптимізація технології їх застосування. Проведене дослідження дозволило виявити приклад негативного впливу плівкоутворюючих сполук на довговічність заклепкових з'єднань, і в той же час запропонувати шлях запобігання небажаного ефекту. Представлена процедура дослідження є складовою комплексного методу контролю негативних побічних ефектів застосування плівкоутворюючих антикорозійних сполук.

Ключові слова: літаки транспортної категорії; заклепкові з'єднання; корозія; плівкоутворюючі антикорозійні сполуки; втомна довговічність; негативні ефекти; тертя в з'єднаннях.

Вступ

Статистика руйнувань свідчить, що 50-90 % втомних тріщин зароджується поблизу конструктивних з'єднань [1].

Незважаючи на удосконалення зварювальних технологій, клеєвих та клеєзварювальних з'єднань та використання в певній мірі болтових з'єднань, використання заклепок залишається основним способом з'єднання елементів конструкцій, в першу чергу елементів обшивки літака.

В той же час, саме в заклепкових з'єднаннях виникає один із розповсюджених типів корозійного пошкодження – щільова корозія. Розвиток щільової корозії сприяє іншим формам корозії, наприклад розшаровуючій, яка є типовою для елементів, виготовлених пресуванням, зокрема стрингерів. Корозія виникає і розвивається також на відкритих

поверхнях при пошкодженні системи захисту. Попередження та/або уповільнення щільової корозії може бути досягнуто шляхом витіснення вологи із зазору або недопущення її проникнення в зазор. Цю задачу виконують шляхом додаткового захисту плівкоутворюючими антикорозійними сполуками (ПАС), які не тільки утворюють захисні плівки на поверхнях, а також, маючи високу проникаючу здатність, витісняють вологу із щилин, попереджуючи або уповільнюючи процес корозії. В англійській термінології такі сполуки позначаються як Corrosion Preventive Compounds (CPC), Corrosion Inhibiting Compounds (CIC).

Нажаль, як було показано в дослідженнях [2, 3], процес захисту заклепкових з'єднань застосуванням плівкоутворюючих сполук супроводжується, в деяких випадках, негативними побічними ефектами, які полягають в зниженні циклічної довговічності елементів конструкцій.

Очевидна необхідність запобігання негативних побічних ефектів від застосування ПАС потребує розробки комплексного методу контролю їх функціональних властивостей, ключовим елементом якого повинно бути дослідження впливу ПАС на втому конструктивних елементів, а також визначення механізму побічних ефектів та шляхів їх усунення.

Результати експерименту

Для проведення дослідження були виготовлені зразки, які відображають особливості типових заклепкових з'єднань елементів обшивки фюзеляжу літака транспортної категорії.

Зразки поздовжнього стику $547 \times 120 \times 1,5$ мм виконані внапуск трьохрядним заклепковим з'єднанням з рядним розташуванням кріплення (рис. 1).

Зразки виготовлені з плакованого алюмінієвого сплаву 1163 АТВ. Механічні характеристики сплаву і хімічний склад, що надані виробником матеріалу, наведені в таблицях 1 і 2.

У з'єднанні використано заклепки діаметром 4,0 мм з потайною голівкою з кутом конусності 90° та циліндричним компенсатором. Матеріал заклепки – алюмінієвий сплав В65. Механічні характеристики сплаву В65 та його хімічний склад наведені в таблицях 3 [4] та 4 [5].

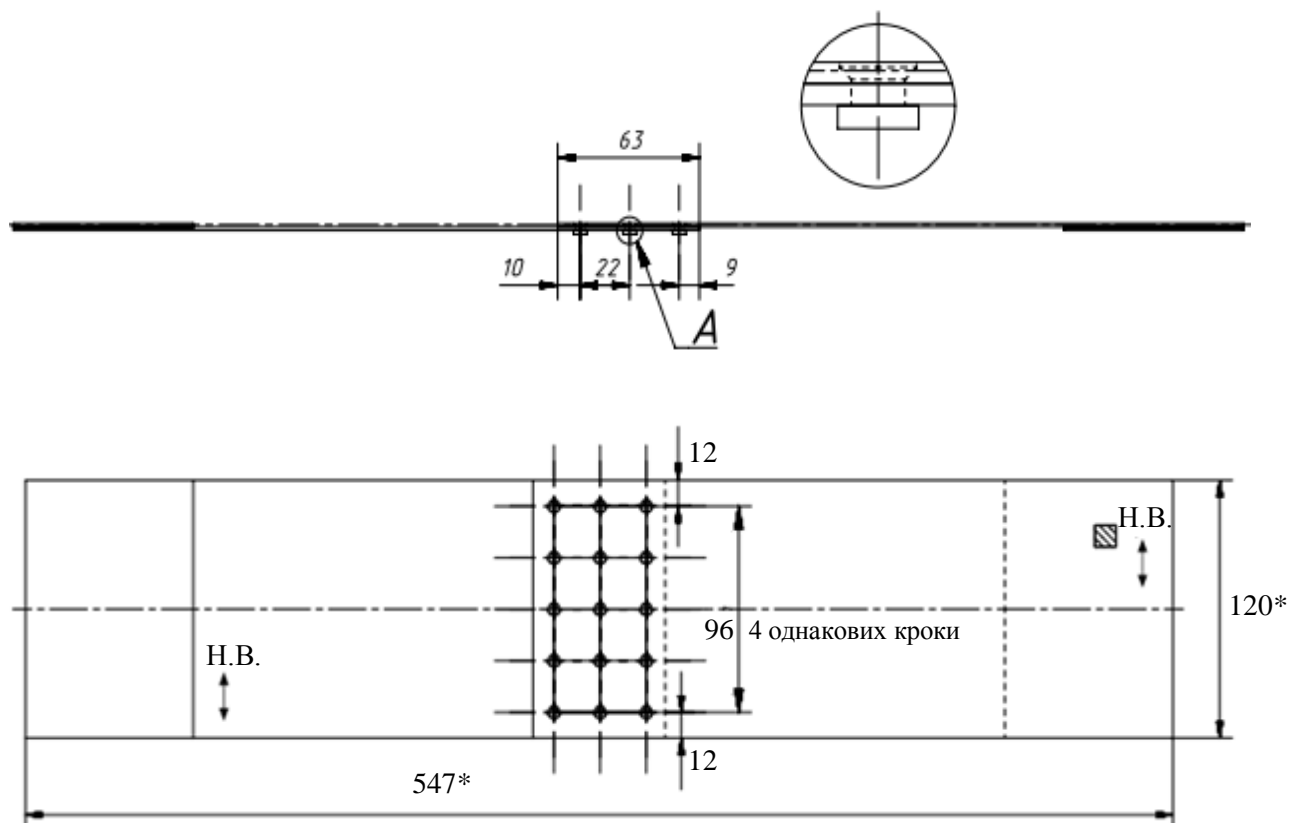


Рис. 1. Зразок для втомних випробувань

Таблиця 1

Механічні характеристики сплаву 1163 АТВ

Стан листа	Границя текучості, МПа	Границя міцності, МПа	Відносне подовження при руйнуванні, %
АТВ	302 – 311	419 – 430	17,5 – 20,5

Таблиця 2

Хімічний склад сплаву 1163 АТВ

Fe	Si	Mn	Ni	Ti	Al	Cu	Mg	Zn
0,04 %	0,03%	0,6	0,01	0,03	Основний компонент	4,28	1,24	0,02

Таблиця 3

Механічні характеристики сплаву B65 [4]

Стан матеріалу	Границя міцності, МПа	Границя текучості, МПа	Границя пропорційності, МПа	Відносне подовження при руйнуванні, %
T	400	250	18	23

Таблиця 4

Хімічний склад сплаву B65 [5]

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	Домішки
до 0,2 %	до 0,25%	0,3 – 0,5	до 0,1	93,65 – 95,65	3,9 – 4,5	0,15 – 0,3	до 0,1	усього 0, 1

При проведенні дослідження основна увага була присвячена плівкоутворюючим сполукам фірми Ardrex AV-8; AV-25; AV-30. Точний склад зазначених сполук є комерційною таємницею, проте відомі основні компоненти, які наведені в таблиці 5[6].

В якості сполуки-порівняння, яка повинна демонструвати наслідки екстремального впливу плівкоутворюючих сполук на сили тертя в заклепковому з'єднанні, використовувалася суміш мастила ЦІАТІМ-201 і керосину.

Випробування на втому проводилось на машині УИМ-25 з цифровим контролером MTS FlexTest GT при максимальному напруженні циклу навантаження $\sigma = 120$ МПа з коефіцієнтом асиметрії $R = 0,1$. Частота навантаження становила $f = 2 - 5$ Гц. База випробувань $N = 500\,000$ циклів.

Розглядалось два варіанти обробки плівкоутворюючими антикорозійними сполуками:

- а) «надлишкова кількість сполуки»;
- б) «лімітована кількість сполуки».

Різниця в процедурі нанесення полягала в тому, що в першому випадку сполука наносилась і потрапляла в зазор заклепкового з'єднання з двох сторін зразку, а в другому – з однієї. Очевидно, що це

впливало на кількість сполуки в зазорі з'єднання і на розподілення сполуки по контактних поверхнях.

Втомні тріщини формувались у внутрішньому ряду заклепкового з'єднання (рис. 2).

Отримані результати (рис. 3) свідчать про обґрунтованість застороги стосовно безконтрольного застосування ПАС і підтверджують необхідність додаткового контролю їх функціональних властивостей.

Як видно із результатів випробувань застосування еталонного середовища призводить до зниження середньої кількості циклів навантаження до руйнування на 32,2%. "Надлишкове" застосування антикорозійної сполуки AV 8 знижує середню кількість циклів навантаження на 56,7%, а «надлишкове» застосування антикорозійної сполуки AV 25 знижує середню кількість циклів навантаження на 58,9%. В той же час, «надлишкове» застосування антикорозійної сполуки AV-30 не призвело до негативного ефекту – середня кількість циклів навантаження до руйнування збільшилась на 14,7%.

Зменшення кількості ПАС в зазорі з'єднання шляхом застосування режиму «лімітована кількість» сполуки дозволило запобігти негативний ефект. Результати випробувань показано на рис. 4.

Таблиця 5

Орієнтовний склад сполук Ardrex AV-8, AV-25, AV-30 [6]

Складова	Масовий зміст, %		
	AV-8	AV-25	AV-30
1,1,1,2-Тетрафторетан	30 – 50	30 – 50	30 – 50
Гидроочищена важка нафта	30 – 50	20 – 30	10 – 20
1-Метоксі-2-Пропанол		5 – 10	5 – 10
Дисциляти (нафтові) гидроочищені світлі			1 – 5
Гидроочищений середній дистилат			1 – 5
Гідродесульфурована важка нафта			1 – 5
Аліфатичні уайт-спірити	1 – 5		

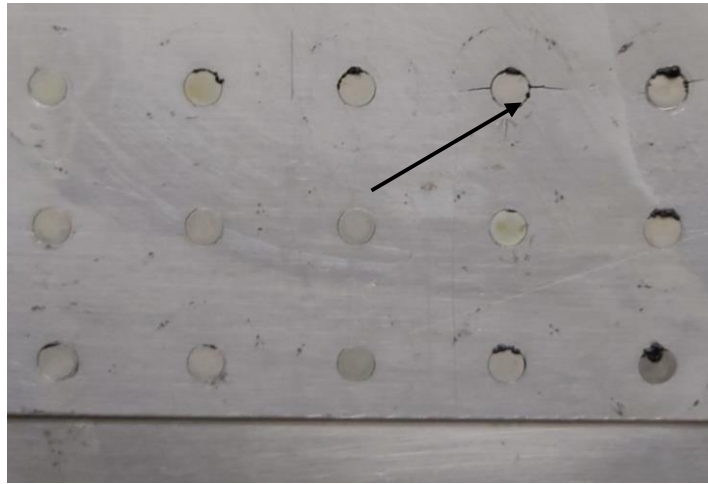


Рис. 2. Втомна тріщина в зразку, обробленому сполукою AV-25

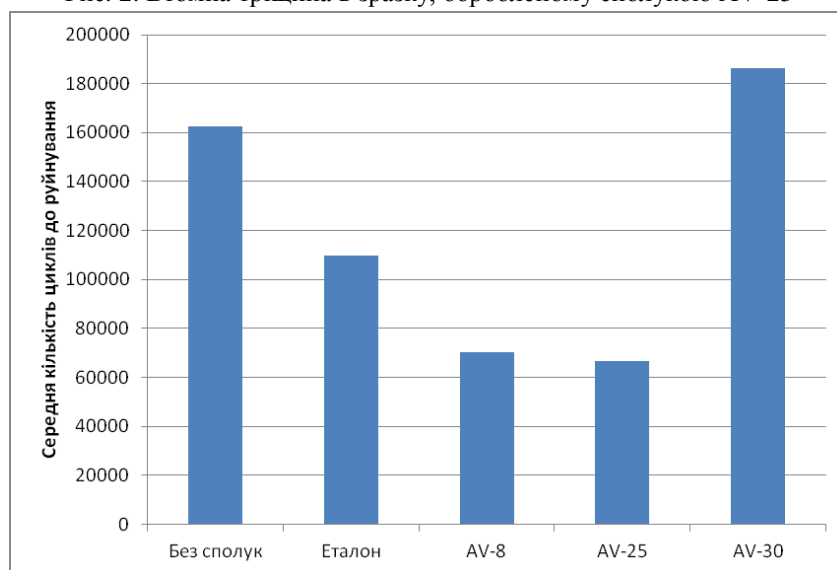


Рис. 3. Порівняння середньої кількості циклів навантажування до руйнування для зразків: без обробки; після обробки сполукою порівняння (еталон); після обробки сполукою AV-8; після обробки сполукою AV-25; після обробки сполукою AV-30. Варіант обробки – «Надлишкова кількість сполуки»

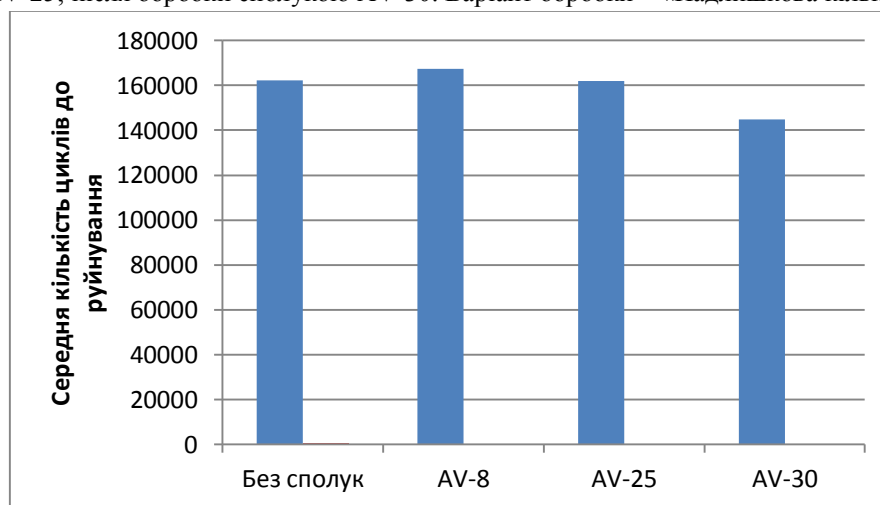


Рис. 4. Порівняння середньої кількості циклів навантажування до руйнування для зразків: без обробки; після обробки сполукою AV-8; після обробки сполукою AV-25; після обробки сполукою AV-30. Варіант обробки – «лімітована кількість сполуки»

Пояснення ефектів, які було виявлено в ході дослідження, може бути зроблено на основі припущення про вплив сил статичного тертя [2, 3] між елементами заклепкового з'єднання і порівняльного аналізу властивостей ПАС, використаних в експерименті.

Після проведення попередніх випробувань заклепкових з'єднань зразки були препаровані, тобто розсвердлені. Наявність антикорозійних сполук в зазорі з'єднання доведена застосуванням спеціальної оригінальної методики. Внутрішня поверхня з'єднання оброблювалась нанесенням графітового порошку, який після його видалення залишався на ділянках, що мали шар сполуки, і був відсутній на ділянках, де сполуки не було. Фото препарованого зразків показано на рисунку 5.

Слід відмітити, що ділянки поверхні без ознак ПАС були виявлені на всіх зразках, що були оброблені захисними сполуками. Безумовно, характер проникнення ПАС в зазори з'єднання впливає на сили статичного тертя між листами конструктивного елемента. Відсутність антикорозійної сполуки на певних ділянках може бути пояснена особливостями режиму клепок і відповідною різницею зазорів між листами зразків.

Як відомо, в залежності від наявності змащувального матеріалу тертя можна класифікувати як:

а) тертя без змащувального матеріалу (мастила), тобто сухе;

б) тертя зі змащувальним матеріалом, рідинне, та в) граничне [7].

Сила тертя без змащувального матеріалу визначається механічною і молекулярною взаємодією матеріалів контактної пари.

При граничному змащуванні контактні поверхні розділені шаром змащувального матеріалу товщиною від однієї молекули до 0,1 мкм. При цьому граничний шар зменшує силу тертя в порівнянні з сухим тертям в 2...10 разів.

При рідинному змащуванні контактні поверхні розділені шаром рідкого змащувального матеріалу. Шари, які знаходяться на відстані більше 5 мкм від поверхні вільно переміщуються один відносно одного. Цей режим тертя характеризується малими коефіцієнтами тертя.

Важливою характеристикою рідин є їх динамічна та кінематична в'язкість [8].

Динамічна в'язкість (абсолютна в'язкість) вимірює опір рідини потоку. Динамічна в'язкість - це тангенціальна сила на одиницю площі, яка необхідна для переміщення однієї площини повз іншу з одиничною швидкістю на одиничній відстані один від одного. Коли одна площина рухається повз іншу в рідині, між двома шарами встановлюється градієнт швидкості. В'язкість можна розглядати як коефіцієнт опору, пропорційний цьому градієнту. Сила, необхідна для переміщення площини площі A повз іншу в рідині, задається рівнянням:

$$F = \mu A \frac{V}{Y},$$

де V – швидкість рідини, Y – відстань між площинами, а μ – динамічна в'язкість.

Кінематична в'язкість залежить від щільності (ρ) і задається рівнянням

$$\nu = \frac{\eta}{\rho},$$

де ν – кінематична в'язкість, η – динамічна в'язкість.

Кінематична в'язкість ПАС ARDROX® AV-8 становить 6,0 mm²/s [9]; кінематична в'язкість ПАС ARDROX® AV-25 становить 37,5 mm²/S [10]; кінематична в'язкість ПАС ARDROX® AV-30 становить 98,000 mm²/s [11].

На рис. 6 показано виявлений експериментально зв'язок між в'язкістю досліджених сполук і кількістю циклів навантажування до руйнування заклепкових



Рис. 5. Внутрішня поверхня заклепкового з'єднання з ділянками проникнення антикорозійної сполуки AV-8

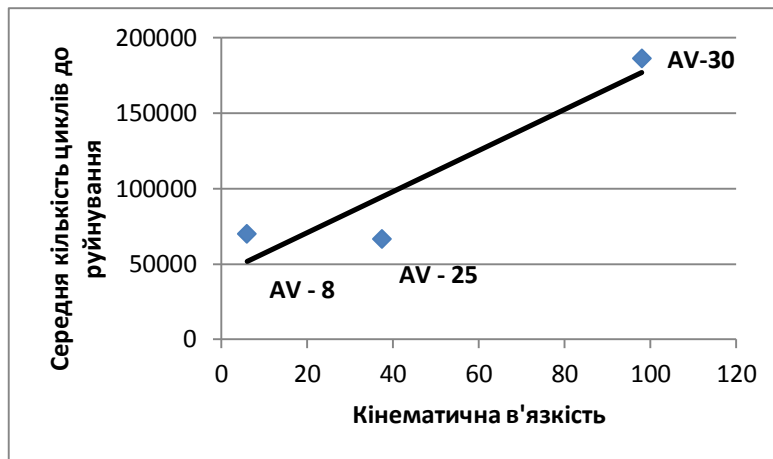


Рис. 6. Зв'язок кінематичної в'язкості ПАС з довговічністю заклепкових з'єднань при «надлишковому» режимі антикорозійної обробки

з'єднань при «надлишковому» режимі обробки, що пояснюється проникненістю ПАС в зазори з'єднань. При цьому, слід враховувати, що на проникненість ПАС в зазори впливають: в'язкість, сила поверхневого натягнення, хімічний склад, летучість рідини, розмір зазору між контактними поверхнями та інші показники.

Важливим наслідком одночасної наявності декількох різноманітних умов тертя, можна вважати додатковий розкид циклів довговічності зразків заклепкових з'єднань. Це означає, що при оцінці впливу антикорозійних сполук на втомну довговічність, характеристики розкиду результатів є важливим показником.

Висновки

Плівкоутворюючі антикорозійні сполуки є широко розповсюдженим додатковим засобом антикорозійного захисту авіаційних конструкцій, проте існують підстави вважати, що їх застосування може призвести до негативних побічних ефектів. Аналіз літературних джерел вказує, що особлива увага повинна бути приділена їх впливу на втомну довговічність заклепкових з'єднань. Враховуючи значний спектр зазначених матеріалів стосовно їх фізико-хімічних характеристик, очевидна необхідність обгрунтованого вибору ПАС, а також оптимізація технології їх застосування. Проведене дослідження дозволило виявити приклад негативного впливу плівкоутворюючих сполук на довговічність заклепкових з'єднань, і в той же час запропонувати шлях запобігання небажаного ефекту. Представлена процедура дослідження є складовою комплексного методу контролю негативних побічних ефектів застосування плівкоутворюючих антикорозійних сполук.

Конфлікт інтересів

Автор заявляє, що немає конфлікту інтересів щодо цього дослідження, фінансового, особистого, авторського чи іншого, який міг би вплинути на дослідження та його результати, представлені в цій статті.

Фінансування

Дослідження проводилося без фінансової підтримки.

Доступність даних

Рукопис не має пов'язаних даних.

Використання засобів штучного інтелекту

Автор підтверджує, що не використовував технології штучного інтелекту при створенні представленної роботи.

Подяка

Автор висловлює подяку кафедрі конструкції літальних апаратів Національного авіаційного університету за консультативну допомогу.

Література

1. Dey, M. K. *Finite element parametric study of the split sleeve cold expansion on residual stresses and pulling force* [Text] / M. K. Dey, D. Kim, & H. Tan // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*. – 2022. – Vol. 236, iss. 5. – P. 2447-2461. DOI: 10.1177/09544062211025563.
2. *Corrosion treatments and the fatigue of aerospace structural joints* [Text] / A. Jaya, U. H. Tiong, R. Mohammed, C. Bil, & G. Clark // *Procedia*

Engineering. – 2010. – Vol. 2, iss. 1. – P. 1523-1529. DOI: 10.1016/j.proeng.2010.03.164.

3. Purry C. The effect of corrosion preventative compound on fatigue crack growth properties of 2024-T351 aluminium alloys [Text] / C. Purry, A. Fien, & K. Shankar // *International Journal of Fatigue*. – 2003. – Vol. 25, Iss. 9-11. – P. 1175-1180. DOI: 10.1016/j.ijfatigue.2003.08.016.

4. Кушкіна, С. И. *Авиационные материалы. Том 4. Алюминиевые и бериллиевые сплавы. Часть I. Деформируемые алюминиевые сплавы и сплавы на основе бериллия. Книга 1 [Текст] / С. И. Кушкіна, И. Н. Фридляндер ; под ред. Р. Е. Шалина. – М. : ОНТИ, 1982. – 625 с. – Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/2090825/> – 12.12.2023.*

5. Марочник стали и сплавов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.splav-kharkov.com/simil2_mat.php?type_id=11&name_id_113=2542&name_id_165=1452&count_mat=286. – 12.12.2023.

6. Safety Data Sheet Ardrex AV 8 Aerosol DME [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://bac-online.com/content/PDF/AV8DME13-50Z_SDS.pdf – 12.12.2023.

7. Закалов, О. В. *Основи тертя і зношування в машинах [Текст] / О. В. Закалов, І. О. Закалов. – Тернопіль : Видавництво ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. – 324 с. – Режим доступу: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1076>. – 12.12.2023.*

8. Raja, P. M. V. 2.6: В'язкість' [Електронний ресурс] / P. M. V. Raja, & A. R. Barron. – Режим доступу: [https://ukrayinska.libretexts.org/Хімія/Аналітична_хімія/Фізичні_методи_в_хімії_та_наноаналіз/2.06%3A_В'язкість_в_хімії_та_наноаналіз](https://ukrayinska.libretexts.org/Хімія/Аналітична_хімія/Фізичні_методи_в_хімії_та_наноаналіз/2.06%3A_В'язкість_в_хімії_та_наноаналіз/2.06%3A_В'язкість_в_хімії_та_наноаналіз) – 12.12.2023.

9. Safety Data Sheet Ardrex AV 8 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cdn11.bigcommerce.com/s-jifycode7m/product_images/uploaded_images/msds/SGP98072.pdf – 12.12.2023.

10. Safety Data Sheet according to Regulation (EC) No. 1907/2006. Ardrex AV 25 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://p11.secure.hostingprod.com/@site.skygeek.com/ssl/MSDS/chemetall-ardrex-av-25-corrosion-inhibiting-compound-5-gallon%20\(1\).pdf](https://p11.secure.hostingprod.com/@site.skygeek.com/ssl/MSDS/chemetall-ardrex-av-25-corrosion-inhibiting-compound-5-gallon%20(1).pdf) – 12.12.2023.

11. Safety data sheet Ardrex AV 30 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.fds.supavia.eu/ARDROX%20AV%2030%20FDS%20ENG.PDF> – 12.12.2023.

References

1. Dey, M. K., Kim, D., & Tan, H. Finite element parametric study of the split sleeve cold expansion on residual stresses and pulling force. *Proceedings of the*

Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 2022, vol. 236, iss. 5, pp. 2447-2461. DOI: 10.1177/09544062211025563.

2. Jaya, A., Tiong, U. H., Mohammed, R., Bil, C., & Clark, G. Corrosion treatments and the fatigue of aerospace structural joints. *Procedia Engineering*, 2010, vol. 2, iss. 1, pp. 1523-1529. DOI: 10.1016/j.proeng.2010.03.164.

3. Purry, C., Fien, A., & Shankar, K. The effect of corrosion preventative compound on fatigue crack growth properties of 2024-T351 aluminium alloys. *International Journal of Fatigue*, 2003, vol. 25, iss. 9-11, pp. 1175-1180. DOI: 10.1016/j.ijfatigue.2003.08.016.

4. Kishkina, S. I., & Fridlyander, I. N. *Авиационные материалы. Том 4. Алюминиевые и бериллиевые сплавы. Часть I. Деформируемые алюминиевые сплавы и сплавы на основе бериллия. Книга 1 [Aviation materials. Volume 4. Aluminum and beryllium alloys. Part I. Wrought aluminum alloys and beryllium-based alloys. Book 1]. Moscow, ONTI Publ., 1982. 625 p. Available at: <https://www.twirpx.com/file/2090825/> (accessed 12/12/2023) (In Russian).*

5. *Marochnik stali i splavov* [Brand of steel and alloys]. Available at: http://www.splav-kharkov.com/simil2_mat.php?type_id=11&name_id_113=2542&name_id_165=1452&count_mat=286. (accessed 12/12/2023) (In Russian).

6. Safety Data Sheet Ardrex AV 8 Aerosol DME. Available at: https://bac-online.com/content/PDF/AV8DME13-50Z_SDS.pdf (accessed 12/12/2023).

7. Zakalov, O. V., & Zakalov, I. O. *Osnovy teritya i znoshuvannya v mashynakh* [Basics of friction and wear in machines]. Ternopil, Vydavnytstvo TNTU im. I.Pulyuya, 2011. 234 p. Available at: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/1076> (accessed 12/12/2023) (In Ukrainian).

8. Raja, P. M. V., & Barron, A. R. 2.6: V'yzkist' [2.6: Viscosity]. Available at: [https://ukrayinska.libretexts.org/Хімія/Аналітична_хімія/Фізичні_методи_в_хімії_та_наноаналіз_\(Barron\)/02%3A_Фізичний_і_термічний_аналіз/2.06%3A_В'язкість](https://ukrayinska.libretexts.org/Хімія/Аналітична_хімія/Фізичні_методи_в_хімії_та_наноаналіз_(Barron)/02%3A_Фізичний_і_термічний_аналіз/2.06%3A_В'язкість) (accessed 12/12/2023) (In Ukrainian).

9. Safety Data Sheet Ardrex AV 8. Available at: https://cdn11.bigcommerce.com/s-jifycode7m/product_images/uploaded_images/msds/SGP98072.pdf (accessed 12/12/2023).

10. Safety Data Sheet according to Regulation (EC) No. 1907/2006. Ardrex AV 25. Available at: [https://p11.secure.hostingprod.com/@site.skygeek.com/ssl/MSDS/chemetall-ardrex-av-25-corrosion-inhibiting-compound-5-gallon%20\(1\).pdf](https://p11.secure.hostingprod.com/@site.skygeek.com/ssl/MSDS/chemetall-ardrex-av-25-corrosion-inhibiting-compound-5-gallon%20(1).pdf) (accessed 12/12/2023).

11. Safety data sheet Ardrex AV 30. Available at: <https://www.fds.supavia.eu/ARDROX%20AV%2030%20FDS%20ENG.PDF> (accessed 12/12/2023).

Надійшла до редакції 03.01.2024, розглянута на редколегії 20.02.2024

EXPERIMENTAL STUDY OF THE FILM FORMING ANTICORROSION COMPOUNDS ON THE FATIGUE OF RIVETED JOINTS

Eugene Gavrylov

The subject matter of this article is the influence of film-forming corrosion preventive compounds on aviation riveted joints fatigue life. **The goal** of this work is to develop a method for the assessment of negative side effects caused by the application of corrosion preventive compounds. **Tasks** of the work are as follows: analysis of the aircraft corrosion problem; critical review of existing publications concerning possible negative side effects caused by the application of corrosion preventive compounds for protection of aviation riveted joints against corrosion, where reduction of the fatigue life is considered as a result of the preventive compounds penetration into the gaps of riveted joints; development of the specimen for fatigue tests, with features of contemporary transport aircraft typical design; fatigue tests of the riveted specimens treated with preventive compounds and without treatment; investigation of the preventive compounds penetration into the gap of riveted joint. The main **method** of this research is fatigue loading of the riveted specimens at loads close to those the aircraft encounters in service. The main **result** is the experimentally proven possibility of negative side effects of corrosion preventive compound application. The observed effect is explained by the change in friction in joints and the corresponding redistributions of the forces between the joint elements. It was found that a factor influencing friction force is the viscosity of the preventive compounds. The possibility of preventing negative side effects by optimizing the protective procedure has been experimentally proven. **Conclusions.** The results presented in the paper show the probability of the negative side effects of corrosion preventive compound application. Considering the variety of these materials and their physical and chemical characteristics, the necessity of the grounded selection of the protective compounds is evident as well as the optimization of the treatment technology. Conducted research has revealed an example of the negative influence of preventive compounds on riveted joints fatigue life and has opened the way for this effect prevention. The described research procedure is a component of the complex method for exploring corrosion preventive compounds' negative side effects.

Keywords: planes of transport category; riveted joints; corrosion; corrosion preventive compounds; fatigue life; negative effects; friction in joints.

Гаврилов Євген Павлович – асп., Національний авіаційний університет; Генеральний директор, Державне підприємство «Антонов», Київ, Україна.

Eugene Gavrylov – PhD Student, National Aviation University; General Director, Antonov Company, Kyiv, Ukraine,
e-mail: lobasvn@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4947-267X.