

**ПРОБЛЕМНІ ЗАДАЧІ БАГАТООСЕРЕДКОВОГО ПОШКОДЖЕННЯ ЛА**

Коли великий пасажирський літак перебуває в експлуатації протягом тривалого періоду часу, він страждає розвитком ряду процесів пошкодження, пов'язаних зі старінням літака. Вони можуть мати форму корозії, разом з різними формами втомних пошкоджень. Багатоосередкове Пошкодження (MSD) є однією з головних загроз придатності до польоту такої старіючої авіаційної техніки. В основному, MSD – такий одночасний розвиток втомних тріщин у багатьох вузлах в одному конструктивному елементі, що вони можуть з'єднатися й сформувати одну велику тріщину. Темп росту тріщини набагато більший для випадку MSD, ніж для випадку індивідуальної тріщини. При характеристиці MSD потрібно зосередитися на декількох пунктах: навантаження й розподіл напруження у фюзеляжі, зародження тріщини, поширення тріщини, і залишкова міцність.

Основною втомних навантажень на поздовжніх з'єднаннях фюзеляжу є герметизація фюзеляжу, яка дає початок комбінації кільцевої напруження, поздовжнього напруження, і загального вигину. Зазвичай тріщини зароджуються у прихованих місцях – у краї отвору заклепки, або на сусідній поверхні листа. Стадія зародження тріщини й ранній ріст тріщини (до видимих тріщин), може покривати більшу частину втомного ресурсу. Завдяки втомним тріщинам залишкова міцність конструкції погіршується протягом служби літака, і швидше при наявності широко розповсюджених втомних пошкоджень, які є результатом MSD.

Попередні дослідники наблизилися до вирішення цієї проблеми, розглядаючи імовірнісну природу виникнення MSD, і використали методи Монте-Карло, щоб моделювати стохастичну природу зародження втомної тріщини в отворі з'єднання й /або наступне поширення тріщини, і в такий спосіб обчислили розподіл ресурсу до початку MSD, з'єднання тріщин й остаточного руйнування. Етап зародження тріщини моделювали методом Монте-Карло логнормального розподілу або розподілу Вейбула ресурсу, щоб досягти початкового розміру тріщини  $a_0$ . Наступний етап поширення тріщини моделювався або визначено, або імовірно.

За минулі 10 років були проведені кілька моделювань Монте-Карло проблеми обчислення ресурсу MSD. Вони дуже відрізнялися їхніми припущеннями, апроксимаціями й методами обчислення. Згодом передбачені розподіли ресурсу також змінювалися від моделювання до моделювання, оскільки є рівень збігу з експериментальними даними. Метод подвійного кінцевого елемента (DBE - dual boundary element) для обчислення інтенсивностей напруження в ситуаціях MSD має переваги по точності над іншими числовими методами. Використане поєднання методів моделювання Монте-Карло та подвійного кінцевого елемента дали задовільні результати та придатні для передбачення розвитку MSD.

*Науковий керівник – С.П.Ігнатович, д.т.н., проф.*