

**Ружицький А.В.**, наук. кер. *Бабак А.М.*, асистент.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: [a.babak@kpi.ua](mailto:a.babak@kpi.ua)

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІЦНЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОТВОРІВ З КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЇХ ВТОМНУ ДОВГОВІЧНІСТЬ**

Основною метою авіабудування є полегшення маси самого літака та його експлуатаційна здатність. Тому в конструюванні сучасних, цивільних, літаків широко використовуються титанові та алюмінієві сплави. Частка титанових сплавів в загальній масі планера сучасних цивільних літаків (на прикладі літака Boeing 787 Dreamliner) складає 15%. Частка алюмінієвих сплавів в загальній масі планера сучасних цивільних літаків (на прикладі літака Boeing 787 Dreamliner) складає 20% [1].

Данні матеріали чуттєві до різних концентраторів напружень. Одним з найбільш розповсюджених концентраторів напружень – є функціональні отвори (дренажні, для перетікання палива, для встановлення елементів кріплення). В сучасних літаках тільки отворів для елементів кріплення кількість складає близько 1 мільйона. Тому однією з основних проблем сучасного літакобудування є створення в зоні функціональних отворів сприятливого напружено-деформованого стану, яке знижує рівень концентрації напружень поблизу отворів.

В даній роботі наведені окремі результати експериментальних досліджень, спрямованих на підвищення втомної міцності високонавантажених авіаційних конструкцій з титанових та алюмінієвих сплавів.

В якості досліджувальної моделі приймемо пластини прямокутної форми з титанового сплаву ВТ6С, [2] та алюмінієвого сплаву Д16чТ. Було розглянуто 2 типи зразків кожного матеріалу: з незміцненими отворами та зміцненими дорнуванням в один прохід з величиною натягу 3%. Зразки виготовлялись веслоподібної форми згідно ГОСТ 25.502-79 [3], наведені на рис. 1 [4], а механічні характеристики представлені в таблиці 1 [5].

Таблиця 1. Механічних характеристик титанового сплаву ВТ6С та алюмінієвого сплаву Д16чТ

<b>Матеріал</b>	<b>ВТ6С</b>	<b>Д16чТ</b>
Номінальний діаметр отвору	D=8мм	D=4мм
Густина $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	4,43	2.8
Границя міцності $\sigma_B$ , МПа	830-1030	480
Відносне видовження $\delta$ , %	6-12	12
Модуль пружності E, ГПа	115-120	72

Випробування для зразків титанової та алюмінієвої групи випробовувались згідно ГОСТ 25.502-79 [3]

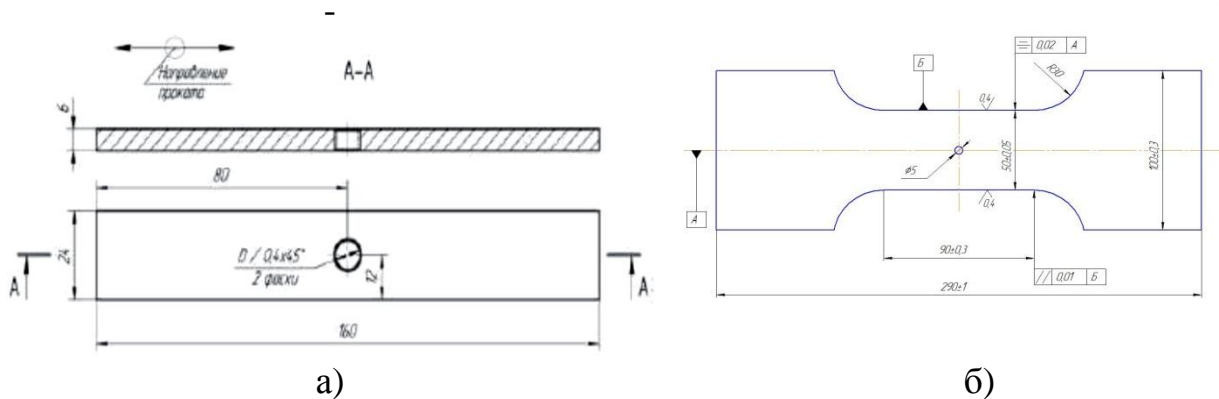


Рис. 1. Зразок пластини а) з титанового сплаву; б) з алюмінієвого сплаву

За результатами випробувань [2,4,6] окремих груп зразків будувались криві втоми в напівлогарифмічних координатах, які описуються відомим степеневим рівнянням [7]. Результати випробувань та описуючі їх криві втоми зображені на рис.2, 3.

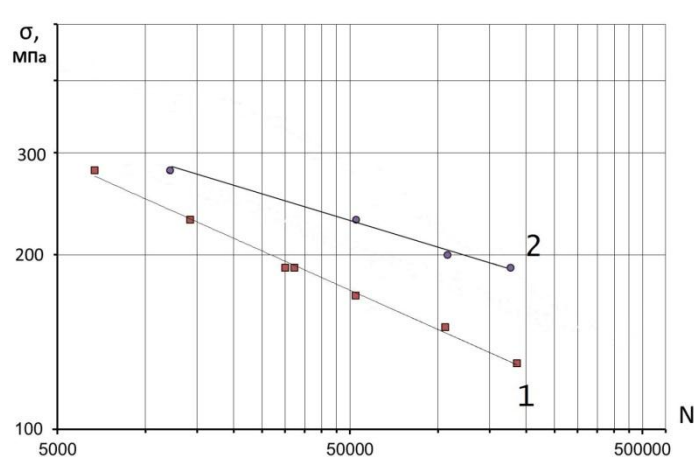


Рис. 2. Криві малоциклової втоми для алюмінієвого сплаву Д16чТ:  
1 – 0% початкової пластичної деформації;  
2 – 3% початкової пластичної деформації

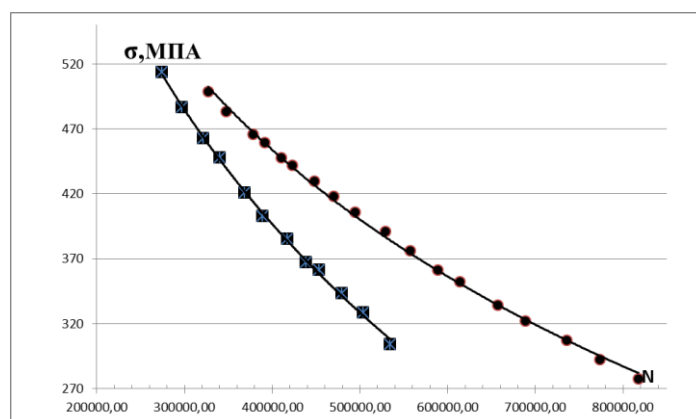


Рис. 3. Криві малоциклової втоми для титанового сплаву VT6C:  
1 – 0% початкової пластичної деформації;  
2 – 3% початкової пластичної деформації [2]

Довговічність зразків після зміцнення дорнуванням значно підвищилась. Наприклад, на рівні навантаження  $300 \text{ Н/мм}^2$ , на якому випробувано найбільша кількість зразків, кількість циклів до руйнування після дорнування в титановому сплаві збільшився з 45000 до 180000[2], а в алюмінієвому сплаві рівні навантаження  $280 \text{ Н/мм}^2$  збільшився з 7000 до 12000.

З проведеного попереднього аналізу можна зробити висновок, що механічна зміцнююча обробка отворів в зразках, з титанового сплаву ВТ6С та алюмінієвого сплаву Д16ЧТ, шляхом дорнування може збільшити їх втомну довговічність в декілька разів в порівнянні з зразками з незміцненими отворами

#### Список використаних джерел:

1. Конструктивно-технологические методы повышения усталостной долговечности элементов конструкции планера самолета в зоне функциональных отверстий /Д.С. Кива, Г.А. Кривов, В.Ф. Семенов, А.Г. Гребеников, В.А. Матвиенко, Е.Т. Василевский, А.М. Гуменный. - К: КВИЦ, 2015. - 188с.
2. Оценка влияния упрочнения отверстий в пластинах из титанового сплава на их усталостную долговечность/Г.А. Кривов, В.Н. Шулепов, Е.Г. Шитоха, В.В. Харченко, В.Э.Филатов, А.Г. Маляр. Технологические системы. – 2009. – Выпуск 49. – С.113-116.
3. ГОСТ 25.502-79 Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на усталость.
4. Піманов В.В., Тимошенко О.В., Бабак А.М. Исследование процесса дорнирования технологических отверстий в авиационном сплаве Д16ЧТ // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Машинобудування. – 2015. – №1 (75). – С.144-150.
5. Александров В.Г. Справочник по авиационным материалам. М.: Транспорт, 1972. – 328с.
6. Коваль В.В. Довговічність конструктивних елементів в умовах малоциклової втоми з урахуванням пошкоджуваності XIII Международная научно-техническая конференция "Прогрессивная техника и технология". Севастополь, 11-15 июня 2012 г.: Материалы конференции – Киев: 2012 г.
7. В. Вейбул. Усталостные испытания и анализ их результатов. – М.: Машиностроение, 1964. – 168 с.