

ВІДНОВЛЕННЯ НЕСУЧОЇ ВЛАСТИВОСТІ ІНТЕРЦЕПТОРА ЛІТАКА СТІЛЬНИКОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Вступ

Відновлювальні ремонтні роботи та якісне технічне забезпечення сучасного літака безпосередньо впливають на економічність використання авіаційної техніки [1].

Питанням відновлення несучої властивості, технології виготовлення та процесу виникнення дефектів типу відшарування присвячені роботи [1 - 3]. У роботі [4] досліджені основні шляхи зменшення впливу відшарування на міцність трьохшарових конструкцій. Питаннями ремонту панельних стільникових конструкцій присвячена робота [1].

З практики експлуатації важких транспортних літаків відомо, що існують великі складнощі із придбанням нових елементів механізації крила для проведення заміни пошкоджених конструкцій. Типовий ремонт не у всіх випадках забезпечує достатнє відновлення несучої властивості пошкоджених елементів. Заміна трьохшарових стільникових конструкцій на традиційні схеми з поздовжнім та поперечним силовим наборами вимагають значних матеріальних та економічних витрат. Тому залишаються нерозв'язаними питання подовження терміну експлуатації стільникових конструкцій, вибору потрібного типу ремонту та розробки альтернативних рішень відновлення їх несучої властивості.

Постановка задачі

Метою роботи є розробка альтернативного способу відновлення несучої властивості інтерцептора трьохшарової стільникової конструкції, оцінка жорсткісних та міцнісних характеристик і напружено-деформованого стану каркасу секції інтерцептора з реалізованими конструктивними заходами.

Схема відновлення несучої властивості інтерцептора

Для стільникових панельних конструкцій типовими є пошкодження типу відшарувань – відокремлення обшивки від стільникового заповнювача у результаті старіння клеїв, корозії, недотримання умов технологічного процесу при виробництві. При виникненні значних за площею відшарувань чи при відшаруванні посиленних накладок, що розподіляють зосереджені сили від вузлів навіски по каркасу інтерцептора, дані елементи конструкції стають непідкріпленими, що знижує їх несучу здатність за умовами роботи на зсув і стискання і, як наслідок, виникають посилення до її руйнування [5].

Так як проведення типового ремонту для усунення відшарування обшивки від стільників не дає бажаного результату враховуючи значні площі пошкодження, а заміна конструкції інтерцептора на традиційну схему (використання таких конструктивних елементів як нервюри та стінки) потребує великих економічних та матеріальних витрат, була запропонована нова схема відновлення несучої властивості секції інтерцептора стільникової конструкції.

Конструктивно рішення відновлювальної конструкції реалізовано наступним чином (рис. 1):

- на вихідній конструкції, що має пошкодження, які перевищують допустимі діючої експлуатаційної документації, виконується ремонт відшарування обшивки від стільників за технологією типових ремонтів, що в значній мірі відновлює цілісність вихідної конструкції;

- до зовнішньої та внутрішньої обшивки вихідної конструкції приклеюються додаткові обшивки, що мають більш високу несучу здатність (зовнішня обшивка товщиною $\delta=1,5$ мм, внутрішня – $\delta=1,8$ мм), на нижній поверхні інтерцептора, в зоні посилення накладок, по вузлам навіски встановлюються накладки, що повторюють конфігурацію вихідних деталей, які заклепочним швом з'єднані із знову встановлювальною обшивкою. Накладки встановлюються на герметику. Всі складові пакету: зовнішні додаткова та вихідна обшивки, блок стільників, внутрішні вихідна та додаткова обшивки, стягуються між собою стяжними болтами, крок 100 мм, $\varnothing 5$ мм (параметри розташування болтів взяті з міркувань забезпечення стійкості конструкції та аналогічні розміщенню нервюр у каркасному варіанті конструкції). Для захисту блока стільників від зминання в зоні установки крепіжних елементів формуються бобишки із спіненої композиції і встановлюються розпірні втулки.

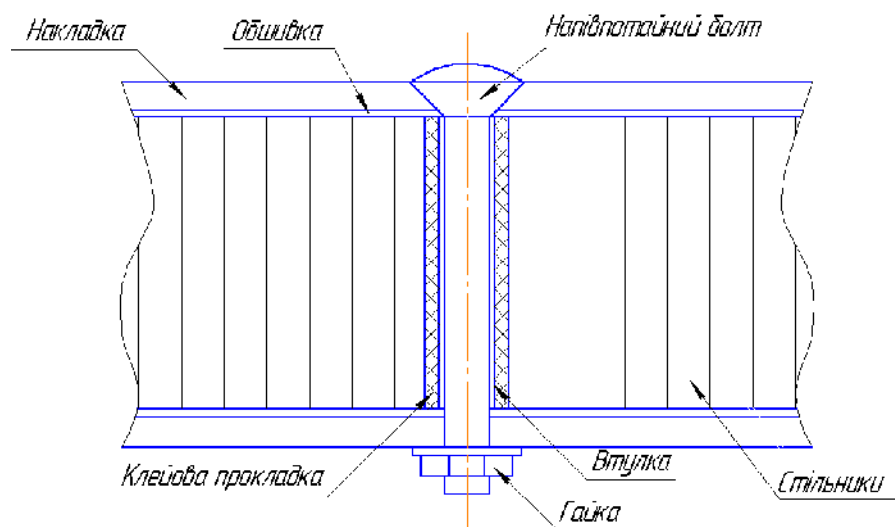


Рис. 1. Схема відновлювальної силової конструкції

Таким чином, розроблене технічне рішення реалізує одночасно дві силові схеми конструкції – трьохшарову схему, у якій вихідні обшивки

посилені додатковими обшивками значно більшої несучої здатності, у даному випадку підкріплюючим елементом для обшивок є блок стільників, і каркасу, у якій посилені обшивки дискретно підкріплені стяжними елементами. При наявності зв'язку вихідних обшивок із стільником переважно реалізується перша силова схема, стяжні елементи перешкоджають появі та інтенсивному розвитку відшарування обшивок від стільника, у випадку відшарування вихідних обшивок від стільникового заповнювача каркас інтерцептора працює за схемою ферми, у якій навантаження передаються обшивками великої товщини, підкріпленими стяжними елементами.

Створення та розрахунок скінченно — елементних моделей інтерцептора літака

Для перевірки відповідності міцнісних та жорсткісних параметрів інтерцептора відновленої та традиційної схеми до вихідної конструкції у програмному комплексі Femap розроблені їх скінченно - елементні моделі. Напружено-деформовані стани моделей отримані за допомогою програмного комплексу Nastran [6].

Конструкція інтерцепторів у результаті доробки має більш високу міцність і жорсткість по відношенню до вихідної, тому розрахунковий аналіз виконаний для найбільш несприятливих умов, які теоретично можуть виникнути у процесі експлуатації - повне відшарування верхньої та нижньої обшивок від стільникового заповнювача.

На рис. 2 - рис. 5 представлені отримані данні розрахунку скінченно-елементних моделей інтерцептора літака.

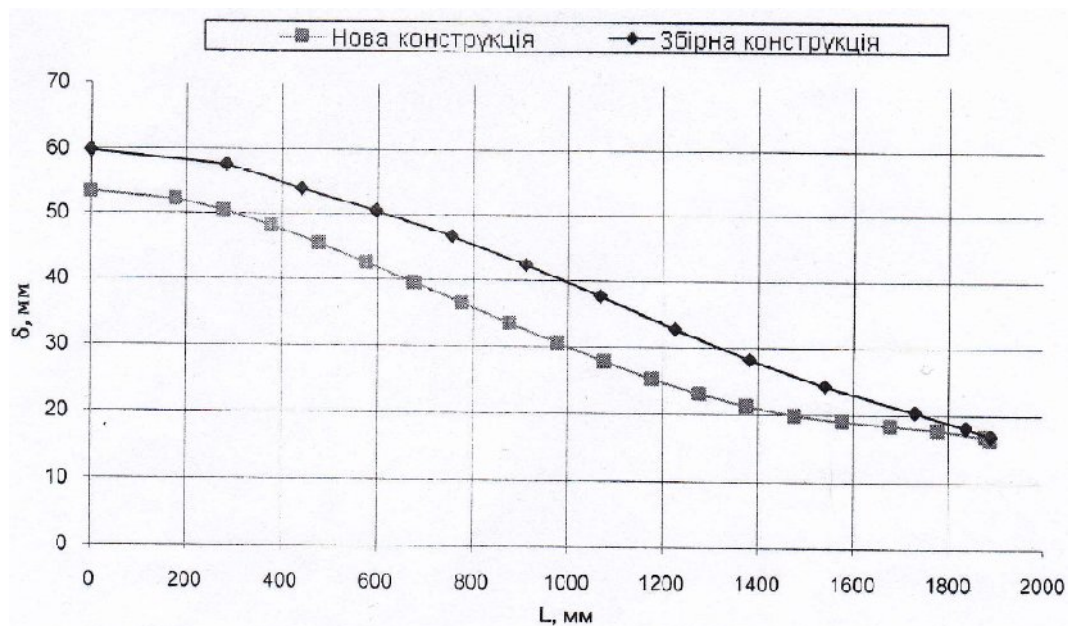


Рис. 2. Розподіл прогинів кінцевої кромки по розмаху інтерцептора

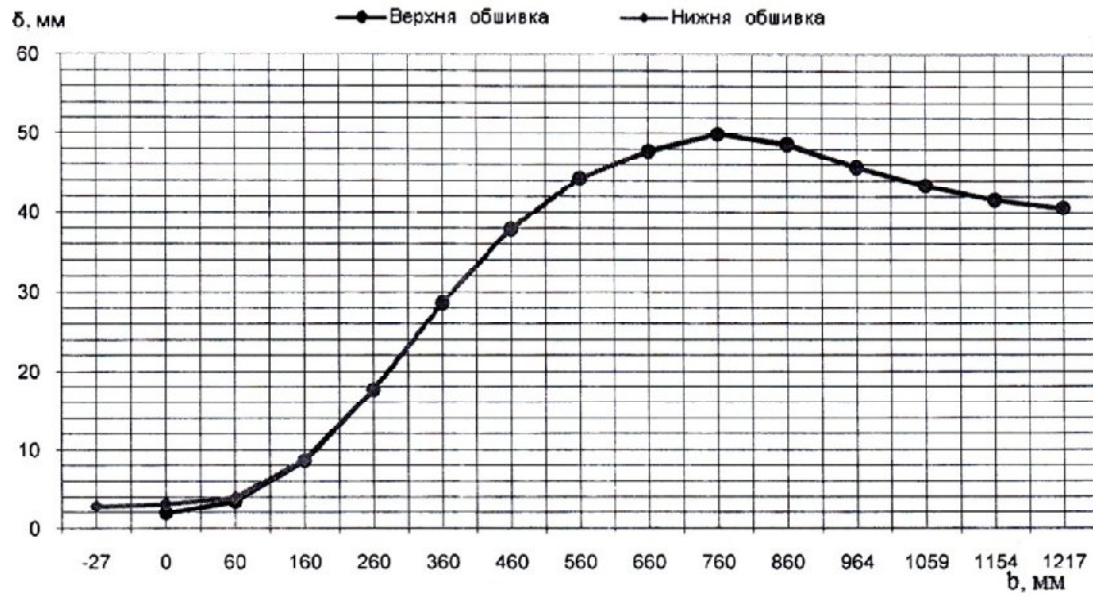


Рис. 3. Прогин перерізу в зоні установки приводу вздовж хорди інтерцептора

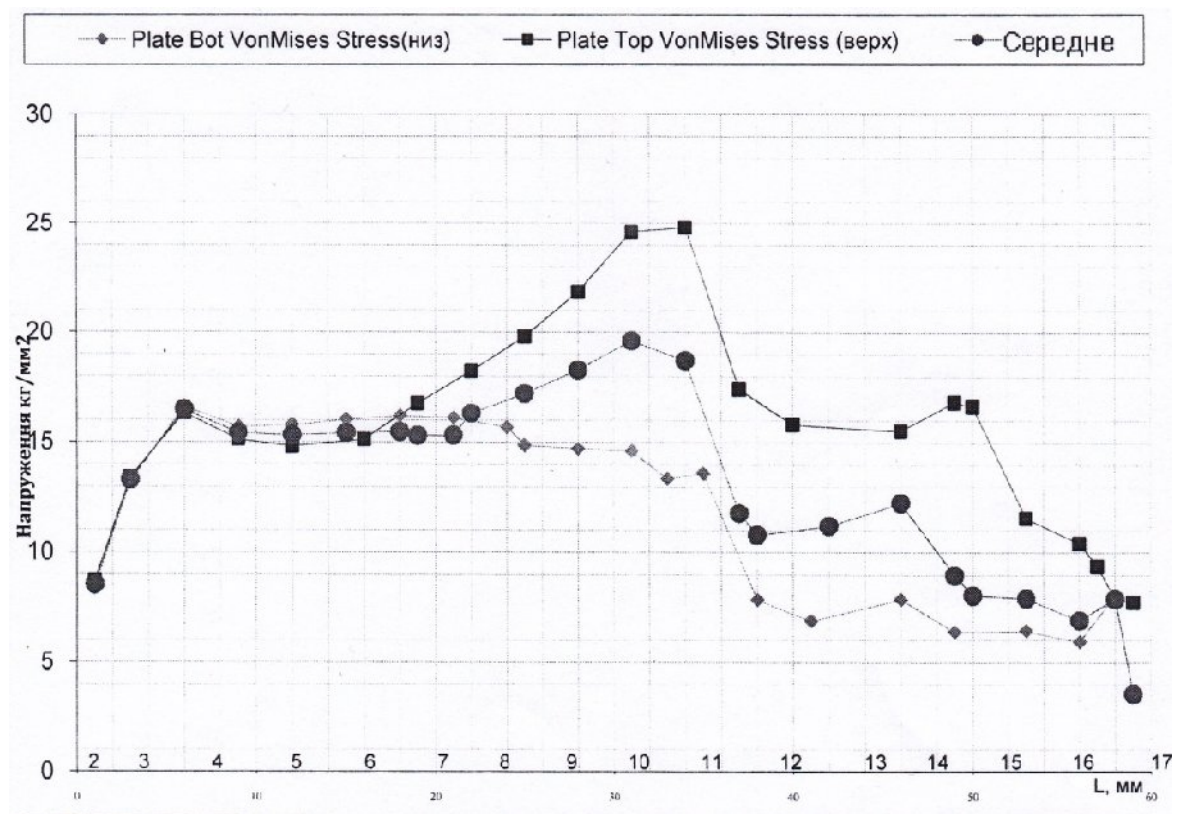


Рис. 4. Огинаючі приведені напружень у верхній обшивці (по розмаху)

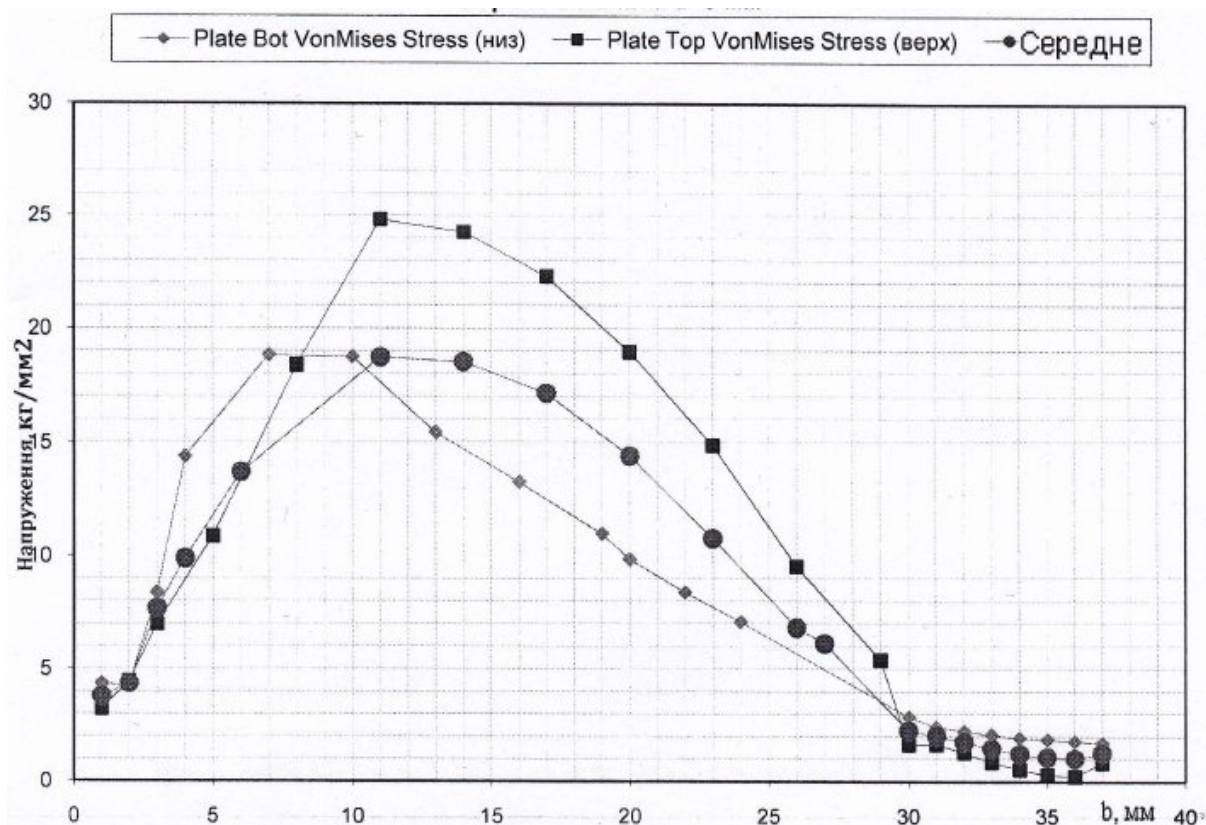


Рис. 5. Огинаючі приведенних напружень у верхній обшивці (по хорді)

Аналіз напружено-деформованих станів моделей та результати відновлення несучої властивості інтерцептора стільникової конструкції

Приведені на рис. 2 - рис. 5 розрахункові дані з оцінки жорсткісних характеристик показують, що прогини каркаса секцій інтерцептора у випадку розглянутого варіанта відновлювальної конструкції при найбільш несприятливому стані клейового з'єднання вихідних обшивок із стільниковим заповнювачем не перевищують прогинів вихідної конструкції і розробленого варіанта традиційної конструкції.

Нормальні середні напруження по верхнім та нижнім панелям відновлювальної конструкції на 2 % нижче, ніж у обшивках традиційної конструкції. Середнє напруження для елемента визначені за наступною формулою:

$$\sigma_{cp} = \frac{\sigma_{зов} + \sigma_{вн}}{2},$$

де $\sigma_{зов}$ – напруження на зовнішній поверхні пластини;

$\sigma_{вн}$ – напруження на внутрішній поверхні пластини.

Максимальне нормальне напруження з врахуванням довантаження від місцевого згину пластини для панелей відновлювальної конструкції на 2,09% менше аналогічних параметрів вихідної конструкції і несуттєво відрізняються від максимальних нормальних напружень для традиційного варіанту каркаса інтерцептора.

Максимальний рівень приведених напружень реалізується в обшивці, посиленої накладками, поблизу розподільних накладок по середньому (з приводом) вузлу навіски секції інтерцептора і складає:

$$\sigma_{\max}^{cp} = 19,6205 \text{ кгс/мм}^2.$$

Мінімальний запас статичної міцності для конструкції (відновлювальної), допрацьованої установкою посилених обшивок по зовнішній та внутрішній поверхні вихідної конструкції, складає:

$$\eta_{\min} = \frac{40}{19,6205} = 2,04 \text{ – по панелі;}$$

$$\eta_{\min} = \frac{40}{4,14} = 9,66 \text{ – по верхньому поясу лонжерона інтерцептора;}$$

$$\eta_{\min} = \frac{40}{2,82} = 14,18 \text{ – по нижньому поясу лонжерона інтерцептора.}$$

Запас міцності визначений за формулою:

$$\eta_{\min} = \frac{\sigma_{\epsilon}}{\sigma_{\partial \min}},$$

де σ_{ϵ} – границя міцності матеріалу.

$\sigma_{\partial \min}$ – максимальне діюче напруження у панелях і розтягнутому поясі лонжерона;

$$\eta_{\min} = \frac{\sigma_{кр}}{\sigma_{\max}} = \frac{25}{4,145} = 6,03,$$

де $\sigma_{кр}$ - критичне напруження місцевої втрати стійкості пояса лонжерона,

$\sigma_{\max}$ - максимальне напруження стискання в поясі лонжерона [7].

При виконанні всіх секцій на правому та лівому півкрилі літака по схемі відновлювальної конструкції збільшення маси складає приблизно 500кг, але така ситуація малоймовірна, кількість секцій інтерцепторів, що ймовірно потребують запропонованої доробки, складає 20 % від загальної кількості.

Висновки

Розроблений новий спосіб відновлення несучої властивості інтерцептора літака дозволяє відновити несучу властивість секцій інтерцепторів при наявності значних відшарувань вихідних обшивок від стільникового заповнювача.

Жорсткість та запас статичної міцності розробленої та розрахованої конструкції інтерцептора відновлювальної схеми відповідають вимогам, які пред'являються конструкціям цього типу, і є не нижчими за жорсткість та запас статичної міцності вихідної конструкції інтерцептора.

Список використаної літератури

1. *Смовзюк Л. В.* Конструктивно-технологические решения восстановления несущей способности поврежденных панелей обшивки самолета путем приформовки композитной накладки: дис. канд. техн. наук./ Л. В. Смовзюк. – Х., 2010. – 146 с.
2. *Абибов А. Л.* Исследование в области изготовления трехслойных конструкций с легким заполнителем. Труды института. Выпуск 156. Московский орден Ленина, авиационный институт имени Серго Ордженикидзе. / А. Л. Абибов - М.: Машиностроение, 1964. 151 с., с ил.
3. *Колокольчиков В. В.* Критические уровни ориентированных дефектов при хрупком разрушении / В. В. Колокольчиков, Л. П. Ли (ст.. 623-630) Механика композитных материалов 1984 4 июль- август Всесоюзный научно технический журнал).
4. *Кобелев В. Н.* Расчет трехслойных конструкций: Справочник / В. Н. Кобелев, Л. М. Коварский, С. Л. Тимофеев. Под общ. ред. В. Н. Кобелева. - М.: Машиностроение, 1984. - 304 с., ил.
5. Самолет Ан-124-100. Руководство по технической эксплуатации. Издание второе 2002.
6. *Рычков С. Л.* MSC.visualNastran для Windows / С. Л. Рычков - М.: НТ Пресс, 2004. - 552 с. ил. - (Проектирование и моделирование).
7. *Писаренко Г. С.* Сопротивление материалов / Под ред. акад.. АН УССР Г.С. Писаренко - 5-е узд., перераб. и доп. - К.: Вища шк.. Головное узд-во, 1986. - 775 с.