

УДК 629.7.017

Анипко О.Б., Фененко О.А.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ ПРИ ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ НА ПРОЧНОСТЬ УЗЛА КРЕПЛЕНИЯ КИЛЯ САМОЛЁТА МиГ-29

Введение. Наибольшему воздействию летательный аппарат (ЛА) подвергается при работе в условиях изменяющихся внешних факторов, поэтому основные нагрузки ЛА воспринимает в полёте [1]. Режимы работы, перепады давлений и температур, силовые нагрузки, вибрация, действующие на ЛА в полёте, зависят от характера полётного задания и состояния атмосферы. Так, при полётах на малых и больших высотах повышенные нагрузки испытывают обшивка и элементы силового набора. Нагрузка органов взлёта и посадки зависит от состояния взлетно-посадочной полосы. Изменение атмосферных факторов влияет на физико-химические и механические характеристики элементов конструкции ЛА [2,3].

В связи с этим возникает задача оценки прочности элементов конструкции планера ЛА с учётом влияния внешних факторов во время выполнения полётного задания.

Изложение основного материала. Одним из элементов конструкции, который характеризуется повышенными нагрузками практически во всём диапазоне режимов полёта самолёта МиГ-29 [4,5] является узел крепления киля к фюзеляжу, рис. 1.



Рисунок 1 – Вертикальное оперение самолёта МиГ-29

Киль самолёта МиГ-29 крепится к фюзеляжу с помощью дюралевой накладки (ленты), которая с внутренней стороны к панелям киля приклеена и приклепана. С её помощью киль крепится к полкам бортовой нервюры подкилевой надстройки двухрядным винтовым соединением на анкерных гайках. Установка киля на подкилевую надстройку производится двумя болтами по узлам переднего и заднего лонжеронов кессона [6,7], рис. 2.

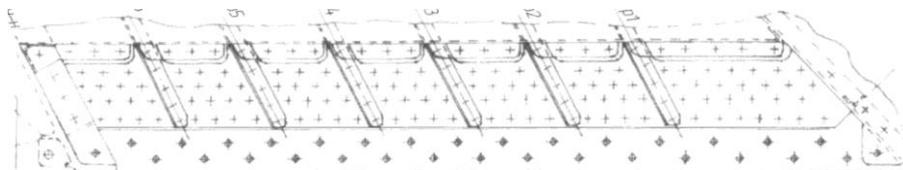


Рисунок 2 – Лента крепления киля к подкилевой надстройке самолёта МиГ-29

Частоту, величину и время изменения параметров выполнения маневрирования можно проконтролировать по материалам объективного контроля выполнения полётных заданий каждого отдельно взятого ЛА.

На рис. 3 изображена тестерограмма стандартного полёта маневренного ЛА (облёт ЛА после выполнения регламентных работ), обработанная с помощью мобильного комплекса оперативного контроля «Беркут».

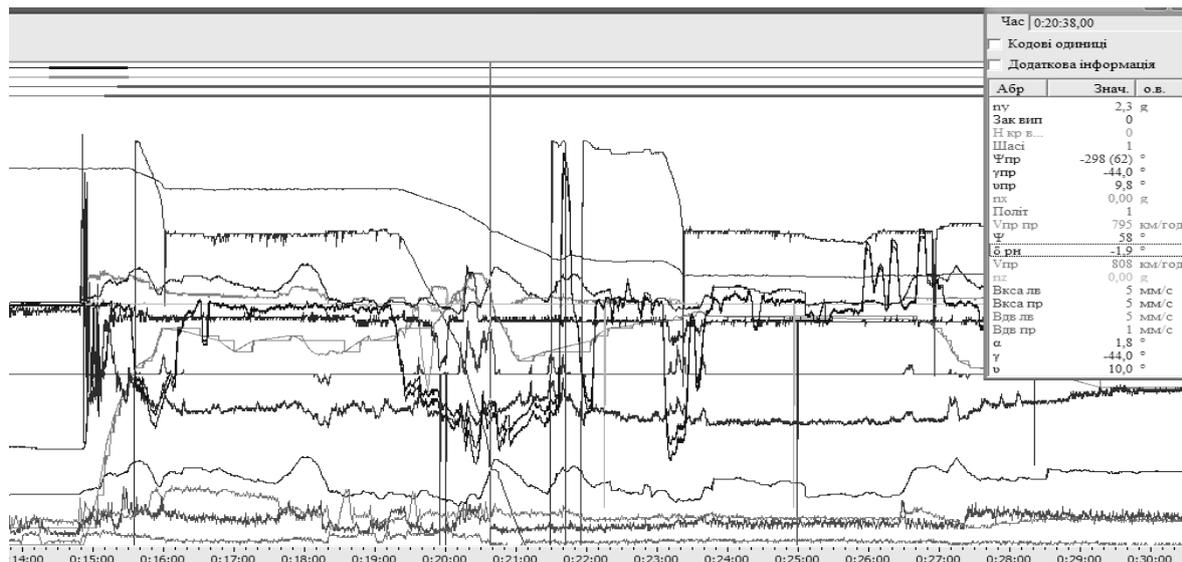


Рисунок 3 – Тестерограма об'єктивного контролю польота маневренного летального апарата з використанням мобільного комплексу оперативного контролю «Беркут»

Проведя анализ материалов об'єктивного контролю виконання різних програм польотів ЛА класу А (тренувальні, по заданню, перехват, повітряний бій, пілотаж при різних метеоумовлях днём і ночью), були отримані результати зміни різних зовнішніх експлуатаційних параметрів при виконанні завдання середнього по часу польоту:

- n_y (перегрузка) – змінюється від 0,3g до 6,2g за час 0,5 сек. більше 15 раз;
- α (кут атаки) – змінюється від 0° до $\pm 27^\circ$ 50 раз з різним інтервалом часу;
- H (висота польоту) – змінюється від 300 до 3500 м навколо 17 раз, а від 3500 до 8000 м більше 5 раз;
- V (швидкість польоту) – змінювалася від 350 до 675 км/ч 29 раз, а від 350 до 980 км/ч 14 раз з різними інтервалами часу;
- $\delta_{рп}$ (кут відхилення ручки напрямку) – змінювався від -17° до $+17^\circ$ навколо 69 раз;
- B (вібрація) – змінювалася від 2 до 12 мм/с в залежності від зміни режимів роботи авіаційних двигачів навколо 58 раз.

Все вище розглянуті параметри впливають на планер ЛА з різною частотою і тим самим впливають на міцність його елементів (фюзеляж, крило, горизонтальне і вертикальне оперення) [8].

Таким чином, аналіз міцності повинен ґрунтуватися на: типовому спектрі навантажень, переліку критичних місць конструкції ЛА, руйнування яких може призвести до аварійного або катастрофічного руйнування із-за втоми, корозії або випадкового пошкодження. Тому, взагалі необхідно проводити аналіз міцності для кожної частини конструкції ЛА окремо, а в частині – ленти.

Ісходя з цього, вертикальне оперення (кіль) ЛА повинно витримувати вигинаючі і крутячі сили і моменти, виникаючі в результаті нестационарного силового впливу повітряного потоку на поверхню килевої балки. Найбільш ефективно такі навантаження витримує жорстко заделанная балка. Однак така конструкція непригодна з точки зору аеродинаміки, згідно з якою поперечні сечення килевої балки повинні бути тонкими, добре обтекаемыми профілями. Це обумовлює важливу особливість авіаційних конструкцій, при проектуванні яких наряду з виконанням вимог міцності необхідно забезпечувати високі аеродинамічні характеристики.

При розрахунку на міцність необхідно оцінити величину напружень в силових елементах готових конструкцій, величинами і характером їх деформацій [9].

При постановці задачі міцності вибран елемент конструкції килевої балки, а саме, лента кріплення килевої балки до підкілевої надбудовки маневренного самолёта типу МиГ-29, рис. 2.

В результаті розрахунків на міцність розглянуто два варіанти навантаження ленти зовнішніми силами, діючими на ленту при нормальних умовах експлуатації ЛА.

В залежності від прикладення сил (положення ручки напрямку) отримуємо статично визначену і статично невизначену систему [8].

Із отриманих результатів задачі міцності поперечного сечення ленти (рис. 4), які були виконані в програмі «Балка», видно, що в області корозійного пошкодження (рис. 4а), описаної

в работе [2], изгибающий момент M имеет различные значения в зависимости от направления приложения сил к килю.

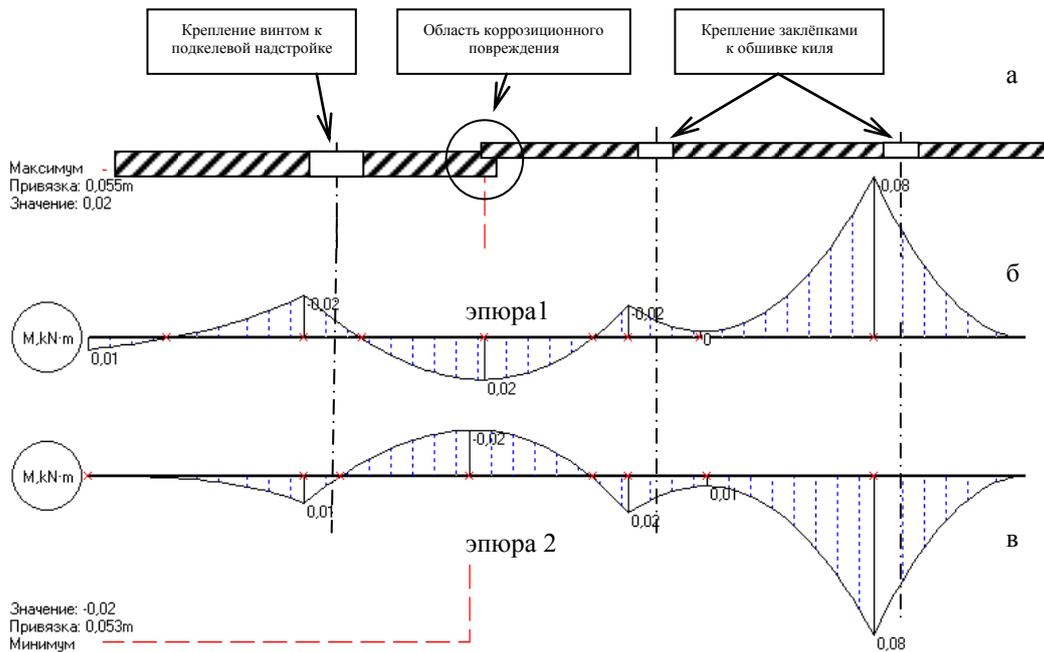


Рисунок 4 – Сечение ленты (а) с эпюрами изгибающих моментов M , $kN \cdot m$ (б, в)

Эпюра 1 (рис. 4б) показывает положительный изгибающий момент при условии, когда нижняя часть ленты жёстко закреплена. Эпюра 2 (рис. 4в) показывает отрицательный изгибающий момент при условии, когда нижняя часть ленты не закреплена, что приводит к циклическим нагрузкам, которые могут привести к усталостному разрушению конструкции, а именно в области коррозионного повреждения ленты.

Вывод. В результате исследований следует, что при анализе прочности конструкции принципиальными являются два вопроса: где наиболее слабые (критические) места конструкции и какое состояние критического места конструкции можно считать её отказом, в результате чего возникает ряд задач:

определение наиболее слабых мест силовой конструкции (опасных сечений) планера ЛА по расчётам на прочность с учётом статистических данных дефектов и отказов;

выполнение расчёта на прочность в зависимости от изменения нагрузок при выполнении маневренного полёта;

при проектировании перспективных образцов ЛА с аналогичной компоновочной схемой крепления киля необходимо учитывать влияние внешних факторов при расчётах элементов крепления киля к фюзеляжу на прочность.

Литература

1. Галашев Е.С. Аэродинамика и динамика полёта маневренного самолёта / Е.С. Галашев, М.Н. Лысенко, С.А. Микоян, В.И. Некрасов, Ю.Н. Нечаев, М.И. Ништ, М.И. Радченко, Г.Ф. Сивков // – М.: Военное издательство, 1984. – 545 с.

2. Анипко О.Б. Дефекты стыковочной ленты узла крепления киля к подкилевой надстройке и физико-химические процессы, приводящие к ним [текст] / О.Б. Анипко, О.А. Фененко // Интегрированные технологии и энергосбережение – Х.: НТУ «ХПИ», 2014. №4. – С. 96–102.

4. Боевое применение самолёта МиГ-29. Методическое пособие лётчику. Изд. № 11/031890р-Т89 «Б» з/н. – 148 с.

5. Практическая аэродинамика самолёта МиГ-29. Учебное пособие – М.: Изд. №11/029831р, 1987. – 316 с.

6. Самолёт 9-12, Временное руководство по технической эксплуатации. Самолёт и его системы, книга I, часть I, II – М.: ГК-473, 1983. –654 с.

7. Левин А.Ф. Самолёт 9-12, Особенности конструкции и работы планера и систем самолёта / А.Ф. Левин, А.М. Киселёв // – М.: Издательство ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1987. – 213 с.
8. Зайцев В.Н. Конструкция и прочность самолётов / В.Н. Зайцев, В.Л. Рудаков // – К.: Изд. Объединение «Вища школа», 1978. – 488 с.
9. Мавлютов Р.Р. Концентрация напряжений в элементах авиационных конструкций / Р.Р. Мавлютов – М.: Наука, 1981. – 141 с.

Bibliography (transliterated)

1. Galashev E.S. Aerodnamika i dinamika polyota manevrenogo samolyota. E.S. Galashev, M.N. Lyisenko, S.A. Mikoyan, V.I. Nekrasov, Yu.N. Nechaev, M.I. Nisht, M.I. Radchenko, G.F. Sivkov. – М.: Voennoe izdatstvo, 1984. – 545 p.
2. Anipko O.B. Defektyi styikovochnoy lentyi uzla krepleniya kilya k podkilevoy nadstroyke i fizikohimicheskie protsessy, privodyaschie k nim [tekst]. O.B. Anipko, O.A. Fenenko. Integrirovannyye tehnologii i energoberezhenie – Н.: NTU «НPI», 2014. #4.– P. 96–102.
4. Boevoe primeneniye samolyota MiG-29. Metodicheskoye posobie lyotchiku. Izd. # 11/031890r-T89 «B» z/n. – 148 p.
5. Prakticheskaya aerodinamika samolyota MiG-29. Uchebnoye posobie – М.: Izd. #11/029831r, 1987. – 316 p.
6. Samolyot 9-12, Vremennoye rukovodstvo po tehnikeskoy ekspluatatsii. Samolyot i ego sistemy, kniga I, chast I, II – М.: GK-473, 1983. –654 p.
7. Levin A.F. Samolyot 9-12, Osobennosti konstruksii i raboty planera i sistem samolyota. A.F. Levin, A.M. Kiselyov. – М.: Izdatelstvo VVIA im. N.E. Zhukovskogo, 1987. – 213 p.
8. Zaytsev V.N. Konstruksiya i prochnost samolyotov. V.N. Zaytsev, V.L. Rudakov. – К.: Izd. Ob'edinenie «Vischa shkola», 1978. – 488 p.
9. Mavlyutov R.R. Kонтсentratsiya napryazheniy v elementah aviatsionnyih konstruksiy. R.R. Mavlyutov – М.: Nauka, 1981. – 141 p.

УДК 629.7.017

Аніпко О.Б., Фененко О.О.

ВПЛИВ ЗОВНІШНІХ ФАКТОРІВ ПРИ ПОСТАНОВЦІ ЗАВДАННЯ НА МІЦНІСТЬ ВУЗЛА КРІПЛЕННЯ КІЛЯ ЛІТАКА МиГ-29

У статті розглянуто проблеми впливу зовнішніх факторів на міцність кріплення кіля літака МиГ-29. Проведено аналіз матеріалів об'єктивного контролю польотів маневреного літального апарату. Розглянута зміна згинального моменту в залежності від напрямку докладання зусиль на кіль.

Anipko O.B., Fenenko O.O.

IMPACT OF EXTERNAL FACTORS WHILE DEFINING THE PROBLEM OF MiG-29 FIN KNOT STRENGTH

The article review's the impact of external factors on the strength of MiG-29 fin strength. The analysis of objective control materials of maneuverable aircraft flight is conducted. The change of bending moment depending on the direction of applying efforts on the finis reviewed.