

## Выбор силовой схемы и расчет на прочность балки пилона самолета

© М.А. Гудков, Е.В. Попов

Филиал ПАО «Корпорация Иркут», г. Воронеж, 394019, Россия

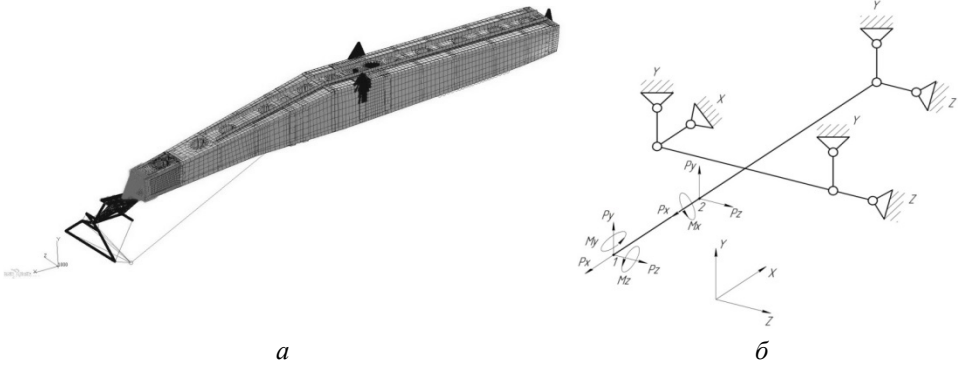
*Выполнена оптимизация конструкции силовой балки пилона среднемагистрального самолета с целью снижения собственного веса конструкции, а также повышения эффективности работы силовой балки. Проектирование нового исполнения силовой балки выполнено на основании прочностных расчетов методом конечных элементов в среде MSC.Software PATRAN/NASTRAN. Для оценки степени соответствия новой конструкции поставленным требованиям проведены расчеты жесткости и собственных частот балки.*

**Ключевые слова:** силовая балка пилона, конечные элементы, прочность, жесткость.

Силовая балка пилона является одним из наиболее высоконагруженных и высокоответственных элементов самолета. Зона работы пилона — это зона повышенных температур и усилий высоких значений, приходящихся от двигателя, что определяет повышенные требования к прочности и жесткости, предъявляемые к силовой балке, а также окружающим ее конструктивным элементам [1, 2]. Закрепление пилона непосредственно на крыле летательного аппарата накладывает ограничения на частотные характеристики силовой балки в виде узких коридоров частот, в которых должен работать пилон, с целью исключения возникновения нежелательных автоколебаний (например, флаттера) на крыле.

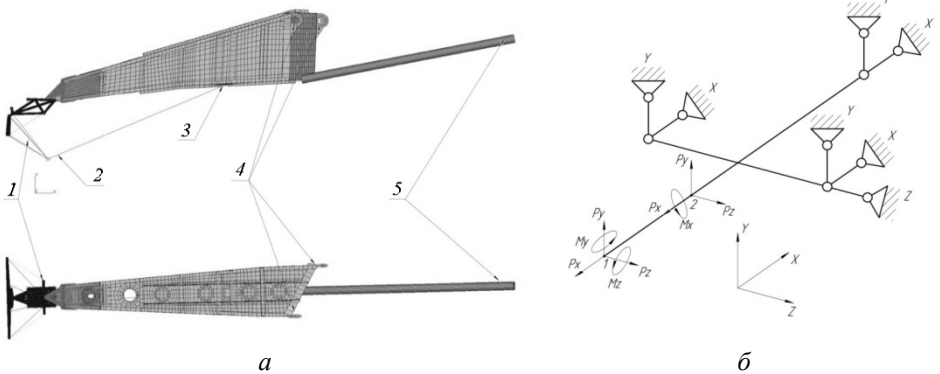
При расчете на прочность исходной конструкции силовой балки пилона (рис. 1) были выявлены ее недостатки [3]. Для всех расчетных случаев наблюдаются низкие уровни напряжений по задней части балки, что свидетельствует о недостаточно эффективной работе конструкции, большая часть которой изготавливается из высокопрочных материалов.

Основной задачей проекта является разработка конструкции силовой балки пилона, которая при аналогичных прочностных характеристиках обладала бы меньшей массой. Разработка новой конструкции силовой балки пилона выполняется в соответствии с ограничениями, накладываемыми со стороны крыла и двигателя.

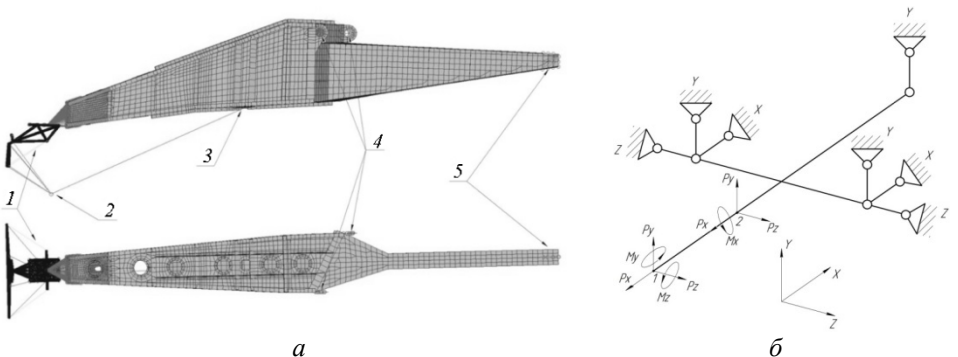


**Рис. 1.** Исходная конструкция силовой балки (а) и расчетная схема (б)

Для решения поставленной задачи проанализированы особенности нескольких типовых конструктивно-силовых схем балок пилона, представленных на рис. 2, 3, и условия работы каждой из них.



**Рис. 2.** Подкосная схема силовой балки пилона (а) и расчетная схема (б):  
 1 — передний узел навески двигателя; 2 — центр масс двигателя; 3 — задний узел навески двигателя; 4 — проушины навески пилона к переднему лонжерону; 5 — задний узел навески пилона к крылу



**Рис. 3.** Подкосное исполнение силовой балки пилона (а) и расчетная схема (б):  
 1–5 — см. рис. 2; б — центральные тяги

Из этих схем выбрана та, которая наиболее полно отвечает поставленным требованиям. Основные различия исходной и предлагаемой конструкции заключаются в увеличенной строительной высоте передней части балки (до первого лонжерона), задняя часть выполняется в виде двутавровой фрезерованной составной балки, изменяется схема навески пилона на крыло. Подобные изменения позволили перейти на высокопрочный алюминиевый сплав (1933Т3) для панелей и для шпангоутов. Замыкающий шпангоут и задняя балка выполняются из титанового сплава ВТ23. Соответствие прочностных характеристик требованиям прочности подтверждено расчетом на прочность, расчетом и сравнением жесткостей предлагаемой и исходной схемы, а также сравнением частотных характеристик конструкции силовой балки.

Все изменения, представленные в работе, позволяют предварительно оценить снижение массы силовой балки пилона с 472 до 350 кг, т. е. на 122 кг, при полном соответствии требованиям прочности, жесткости и частотным характеристикам.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Астахов М.Ф., Караваев А.В., Макаров С.Я., Суздальцев Я.Я. *Справочная книга по расчету самолета на прочность*. Москва, Гос. изд-во оборонной промышленности, 1954, 708 с.
- [2] Биргер И.А., Пановко Я.Г. *Прочность. Устойчивость. Колебания*. Т. 1. Москва, Машиностроение, 1968, 832 с.
- [3] Шимкович Д.Г. *Расчет конструкций в MSC/NASTRAN for Windows*. Москва, ДМК Пресс, 2003, 448 с.

Статья поступила в редакцию 12.10.2015

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Гудков М.А., Попов Е.В. Выбор силовой схемы и расчет на прочность балки пилона самолета. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2015, вып. 10. URL: <http://engjournal.ru/catalog/mech/mdsb/1443.html>

**Гудков Максим Андреевич** — инженер-конструктор III категории отдела прочности Филиала ПАО «Корпорация «Иркут»» в г. Воронеже. Область научных интересов: авиация. e-mail: Maxim.Gudkov@vfki.irkut.com

**Попов Евгений Владимирович** — начальник отдела прочности Филиала ПАО «Корпорация «Иркут»» в г. Воронеже.

# Selecting of a power scheme and calculation of the strength of the aircraft pylon beam

© M.A. Gudkov, E.V. Popov

Branch of Irkut Corporation in Voronezh, Voronezh, 394019, Russia

*The article presents the results of design optimization of the pylon support beam for medium-haul aircraft aimed at reducing dead weight, as well as improve the efficiency of this beam. Designing of a new execution of support beam is based on the strength finite element analysis in MSC.Software PATRAN/NASTRAN. To assess the degree of compliance with the new design requirements set we carried out calculations of rigidity and the natural frequencies of the beam.*

**Keywords:** pylon support beam, finite element, strength, rigidity.

## REFERENCES

- [1] Astakhov M.F., Karavaev A.V., Makarov S.Ya. Suzdaltsev Ya.Ya. *Spravochnaya kniga po raschetu samoleta na prochnost'* [Reference book on strength calculation of aircraft]. Moscow, Gos. Publishing House of Defense Industry, 1954, 708 p.
- [2] Birger I.A., Panovko Ya.G. *Prochnost'. Ustoychivost'. Kolebaniya*. [Strength. Stability. Fluctuations]. Vol. 1. Moscow, Mashinostroenie Publ, 1968, 832 p.
- [3] Shimkovich D.G. *Raschet konstruksiy v MSC/NASTRAN for Windows* [Calculation of structures in MSC/NASTRAN for Windows]. Moscow, DMK Press Publ., 2003, 448 p.

**Gudkov M.A.**, engineer-designer of the 3<sup>rd</sup> category of the Department of Strength at the Branch of Irkut Corporation in Voronezh. Research interests: aviation.  
e-mail: Maxim.Gudkov@vfki.irkut.com

**Popov E.V.**, head of the Department of Strength at the Branch of Irkut Corporation in Voronezh.