

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЕ ЗАКРЫЛКОВ

Воробьев Д.И.
НИ ТПУ ИШНПТ, гр. 4А21
e-mail: div6@tpu.ru

Закрылок-профилированная отклоняемая поверхность, симметрично расположенная, на задней кромке крыла, элемент механизации крыла.

Закрылки предназначены для улучшения взлётно-посадочных характеристик самолёта. Выпуск закрылков на взлёте уменьшает длину разбега, скорость отрыва и взлётную дистанцию. Выпуск закрылок на посадке обеспечивает уменьшение посадочной скорости, длины пробега и посадочной дистанции.

Закрылки выполняют сразу несколько функций для улучшения аэродинамических качеств крыла и изменения ВПХ. Первая функция закрылок-обеспечения безотрывного обтекания. Это достигается с помощью применения однощелевых, двухщелевых и трёхщелевых видов выдвижных закрылков. Между хвостовой частью крыла и дефлектором при выпуске закрылков образуется профилированная щель изменяемого сечения в зависимости от угла выпуска. Таким образом, при выпущенных закрылках через две профилированные щели воздух перетекает с нижней поверхности крыла на верхнюю поверхность, увеличивая разрежение над крылом, так как прохождение потока воздуха в профилированном сужающемся канале приводит к росту скорости протекания и уменьшению статического давления. Пограничный слой подсасывается к задней кромке закрылка, задерживая образование вихрей и срыв потока с поверхности крыла, это называется «щелевым эффектом». Другая функция закрылок-увеличения коэффициента подъёмной силы и лобового сопротивления крыла за счёт изменения площади и кривизны профиля крыла.

Закрылки имеют обычно сходную с рулями и элеронами конструкцию, содержащую типовой набор конструктивных элементов-продольные балки (лонжероны), стенки, стрингеры, нервюры, концевые продольные элементы и обшивку. Наибольшую распространенность из средств механизации задней кромки крыла получили выдвижные (откатные) закрылки-однощелевые, двухщелевые и трехщелевые.

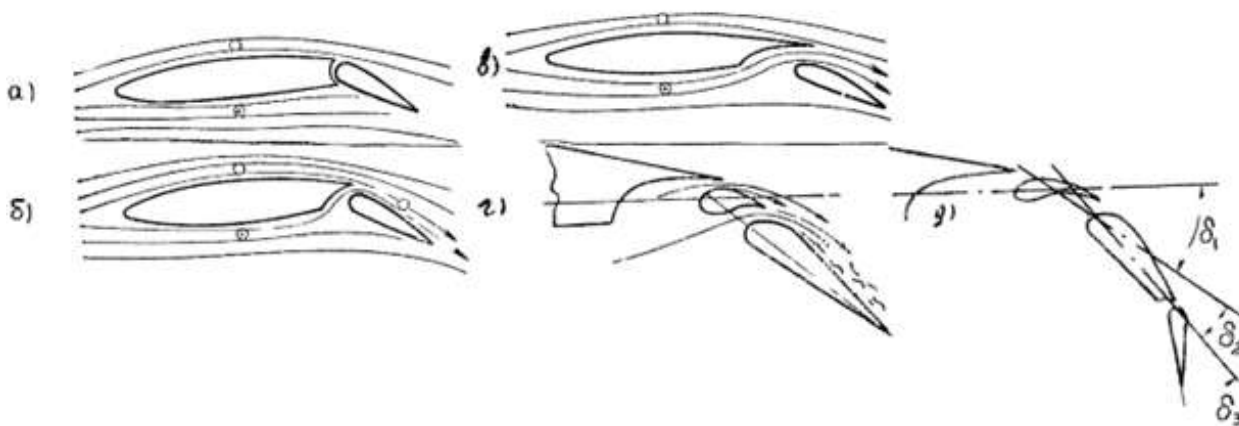


Рис. 1. Разновидности закрылок

Двухщелевой закрылок состоит из закрылка, по конструкции аналогичного однощелевому закрылку, и дефлектора. Дефлектор в миниатюре повторяет конструкцию закрылка. Он выполняется фиксированным относительно закрылка с жёсткими опорами на закрылке в передней его части или подвижным.

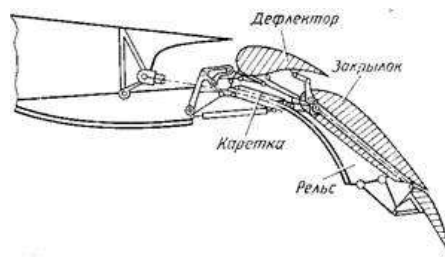


Рис. 2. Конструкция многощелевого закрылка

Среди типов механизации наиболее простую конструкцию имеют опоры с поворотной и кулисной схемой, состоящей из комбинации известных элементов подшипниковых и рычажных узлов, тогда как в выдвижных схемах разработка направляющих рельсов вместе с каретками представляет собой сложную конструкторско-технологическую задачу.

В определении расчётных нагрузок на закрылки учитывается коэффициент, зависящий от аэродинамических характеристик крыла и углов отклонения закрылок, в отличие от расчёта предкрылков и отклоняемых щитков.

В общем случае прочность закрылков проверяется при наиболее тяжёлых условиях на взлёте и посадке. Поэтому на стадии предварительных расчётов достаточно рассмотреть режим посадки, например, для закрылков при максимальных углах отклонения на $50^\circ \dots 60^\circ$.

Навеска щитков, закрылков и предкрылков в подавляющем большинстве случаев производится по схеме балок с числом опор две и более.

Поскольку между закрылками, рулями и элеронами существует конструктивное сходство, то процесс выбора параметров у них одинаков. Если закрылки и дефлекторы выполняются преимущественно по однолонжеронной схеме, это значительно упрощает подход к их конструированию. Однако на некоторые особенности конструкций закрылков следует обратить внимание. Лонжероны закрылка, кроме типового нагружения, могут догружаться сосредоточенными силами от опор дефлекторов, приложенными непосредственно к поясам лонжеронов. Учитывая это и вид нагружения, конструировать верхний пояс двухщелевого закрылка сложнее. Для дефлектора наоборот, сложнее конструкция нижнего пояса. В случае малых размеров дефлекторов от лонжеронов отказываются вообще, компенсируя их жёсткость утолщением обшивки и уменьшением шага нервюр. Обшивка во всех случаях в конструкции закрылков и дефлекторов играет важную роль, обеспечивая не только их необходимую прочность, но и потребную жёсткость при кручении. Её толщину из условия работы на сдвиг при кручении определяет величина крутящего момента:

$$M_{кр} = qz(x_{ц.д} - x_c), \quad (1)$$

где q – распределённая нагрузка по размаху закрылка или дефлектора; x_c – координата центра жёсткости закрылка или дефлектора; $x_{ц.д}$ – координата центра давления закрылка или дефлектора; z – расчётная погонная длина закрылка берётся равной половине наибольшего расстояния между опорами закрылка или секциями дефлектора.

Список литературы

1. Ендогур А.И. Конструкция самолетов. Конструкция агрегатов планера. – М.: МАИ, 2012. – 495 с.
2. Кокунина Л.Х. Основы аэродинамики: учебник. – 2-е изд. – 194 с.
3. Ермошина Н.Л., Попович Н.А. Конструкция самолетов и верталетов. Механизация крыла самолета ТУ-134А: метод. указания. – Оренбургский государственный университет, 2008.
4. Игнатьева А.В., Чемезов В.Л. Расчет аэродинамических характеристик самолета с механизацией крыла. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2010. – 46 с.
5. Ендогур А.И. Проектирование авиационных конструкций. Проектирование конструкций деталей и узлов: учебное пособие. – М.: МАИ-ПРИНТ, 2009. – 540 с.