

УДК 621.452.3

РАСЧЕТ КРЫЛА БПЛА НА ПРОЧНОСТЬ

© Липатов Н.С.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация

e-mail: 2022-02503@ssau.ru

Ключевые слова: расчет на прочность, метод сечений, сил и перемещений, статическая неопределимая система, монолитное крыло.

В данной работе освещены методы расчета на прочность монолитного крыла 3 методами: сил, сечений и перемещений. В ней разбираются случаи, когда следует применять тот или иной метод [1].

Сначала рассмотрим самый легкий способ – метод сечений. Возьмем сечение монолитного крыла на рисунке 1 можно увидеть вертикальные сечения, проведенные по длине крыла 1–21, 2–20 и т. д.

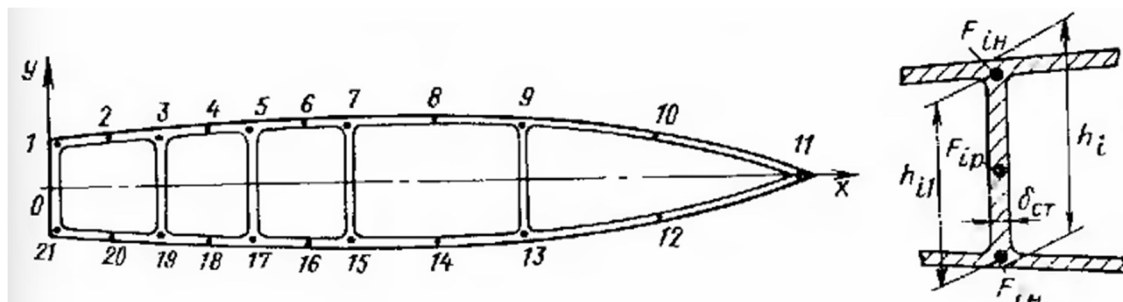


Рисунок 1 – Расчетная схема монолитного крыла

Для удобства расчета стенки заменяют разнесенными, сосредоточенными площадями из условия эквивалентности моментов инерции оси Oz , а оставшуюся площадь помещают в центре стенки.

Обшивку сосредотачивают в центре площади соответствующей панели.

При определении критических напряжений стенок нужно учитывать, что они нагружены переменными по высоте напряжениями.

Если крыло составлено из 2 половин, соединенных болтами или шпильками, то характер нагружения стенок сжатия половины будет иметь вид линейной функции.

Таким образом метод сечений очень простой в использовании, а также возможно произвести расчет за пределами пропорциональности. Но он общий, неточный и неподробный из-за этого разработали более совершенные методы.

Расчет в методе сил начинается с распределения нагрузки по лучам. Построив эпюру суммарных давлений для какого-либо сечения, найдем давления в точках пересечения его с лучами. Затем получим распределение погонной нагрузки по лучам. Вырежем теперь обшивку из всех панелей и оставшуюся систему назовем основной.

При определении изгибающих моментов лучи первый и n -й нужно рассматривать как заделанные балки с дополнительной опорой, но более правильно реакции опор также принять за неизвестные; необходимо рассмотреть единичные состояния, а лучи первый и n -й считать, как и другие, просто консольными балками.

Если лучи длинные, то предположение о постоянстве по ним потока q неправильно: нужно учесть его переменность по длине стороны или ввести

дополнительное деление панелей, считая, что между ними имеется пояс, потенциальная энергия которого в расчете не учитывается (рис. 2).

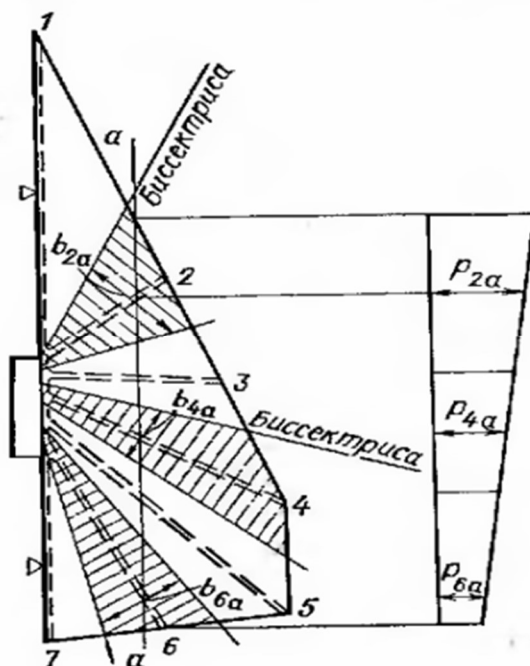


Рисунок 2 – Основная система

Нормальные нагрузки можно учесть и для четырехугольных панелей, но тогда их нужно принять за дополнительные неизвестные. Они должны быть учтены в потенциальной энергии, и их надо прикладывать

Метод сил имеет более сложное решение, но есть точный результат.

Как уже отмечалось, крылья, имеющие толстую обшивку и слабый набор или сплошные крылья, следует рассматривать как континуальные системы. Применяя к ним метод перемещений, за неизвестные нужно брать не отдельные значения прогибов, а их непрерывные функции (рис. 3).

Решение этих уравнений и удовлетворение граничным условиям при $z = 0$ и $z = 1$ определяет функции, а следовательно, и прогиб крыла. Зная прогиб, можно определить максимальные напряжения на поверхности крыла.

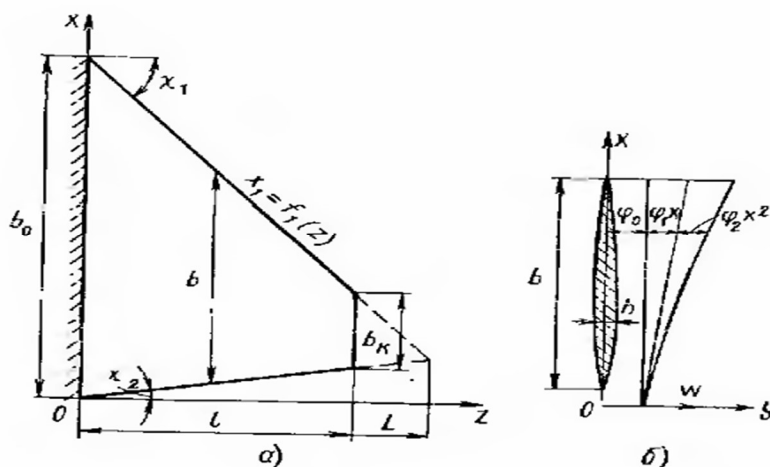


Рисунок 3 – Расчетная схема методом перемещений

В некоторых случаях, когда крыло имеет постоянное сечение или коническую поверхность, решение можно получить в квадратурах. Это является следствием стреловидности и влияния кручения, не учитываемых в балочной теории. В сечении по середине размаха влияние этих факторов сказывается слабее, и распределение напряжений мало отличается от балочного [1].

Приведены результаты такого расчета для крыла, показанного на рисунке 3, имеющего параболический профиль постоянной относительной толщины и нагруженного равномерно по поверхности распределения напряжений у заделки и по середине размаха. Там же показано распределение напряжений при расчете крыла как балки. Разница в напряжениях у заделки очень значительная, причина этого описана ранее.

Библиографический список

1. Фигуровский, В.И. Расчет на прочность беспилотных летательных аппаратов / В.И. Фигуровский / Министерство высшего и специального образования СССР. – М., 1973. – 368 с.