

УДК 629.7.012

ПОИСК ЗАКОНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ САМОЛЕТОВ

Рубинская А. Е., Градюшко Я. И., Онорина Д. Д., Галли Г. В.

Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации,
г. Санкт-Петербург

Одной из главных задач любой дисциплины, а особенно такой молодой как проектирование самолетов является разработка методик, поиск закономерностей – законов проектирования самолетов. Одним из пионеров составления таких законов после О.Лилиенталя, А.Ф.Можайского можно назвать капитана французской артиллерии Фердинанда Фербера (8 февраля 1862 г. – 22 сентября 1909 г.). Его книга [3] является основой для составления хронологии законов проектирования аэропланов. Приведем некоторые законы из этой книги и других источников.

1) Закон продольного "V". До сих пор не известно, кто и когда первым сформулировал закон продольного «V», который показывает, что для продольной устойчивости угол установки оперения должен быть меньше чем крыла. Как известно, практически применил его Альфонс Пено в своей резиноmotorной модели «Планефор» в 1871 г., как можно видеть в журнале L’Aeronaut [5, №1 за 1872 г.]. Но теоретического обоснования этому им не приводится. Даже в проекте А.Пено аэроплана-амфибии с S-образным профилем для устойчивости нет теоретического обоснования этого закона, как можно видеть в журнале L’Aeronaut [6, №10 за 1877 г.]. Вывод закона продольного «V» с использованием понятия «фокус» приводится в докладе.

2) Закон поперечного "V" (сочетания поперечной и путевой устойчивости, в конечном виде, вероятно в 20-е годы сформулирован);

3) Удельная прочность, выбор материала (предположительно Хайврам Максим первый предложил в XIX веке);

4) Закон Куба-Квадрата;

5) Закон кратчайшего силового потока. В некоторых источниках говорится о приоритете формулировки этого закона А.Н.Туполевым, который впервые поместил баки в крылья самолета АНТ-25. Он говорил примерно так - "Силу надо ловить там, где она приложена" [2]. В книге [2] законы сведены в отдельную главу 12 «Принципы разработки силовой схемы конструкции»;

6) Из этого же источника: принцип плавности силового потока; преимущество растяжения и сжатия перед изгибом; использование максимальной базы при изгибе; преимущество замкнутого контура при кручении... и круглой трубы при продольном изгибе; концентрация усилий в элементах теряющих прочность...; повышение местной устойчивости тонких стенок; принцип равной устойчивости; противоречие между принципами; совмещение функций....

Спорным остается вопрос приоритета «кривой Пено» – располагаемой тяги в зависимости от скорости. В своих лекциях Профессор МАИ Ю.А.Рыжов заявил о том, что ее придумал не Альфонс Пено а Н.Е.Жуковский. К сожалению, в современных учебниках имеется разрыв между методами объяснения статической устойчивости в начале XX века и современными [1]. Например, использование понятия метацентрической кривой устойчивости, введенное А.Г.Эйфелем (рис.1) позволяет наглядно определить высоту положения центра тяжести, при которой аэроплан становится устойчивым.

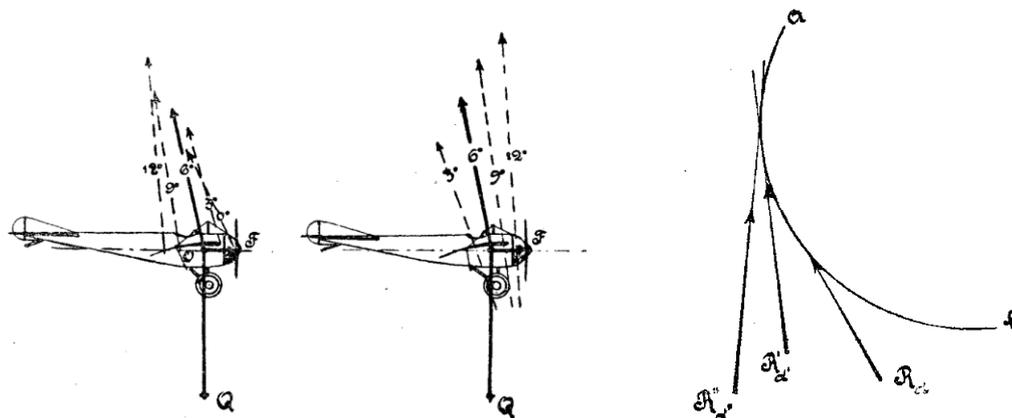


Рис. 1. Схема пучков суммарной аэродинамической силы для устойчивого и не устойчивого самолета (слева) и схема метацентрической кривой устойчивости (справа)

Также полезным является разъяснение понятия «фокус» крыла, используя атласные характеристики коэффициента момента и «фокус» поляры устойчивости перемещения центра давления, впервые приведенной С.А.Чаплыгиным в брошюре «К общей теории крыла моноплана» в 1922 г.

Незаслуженно забыт графический способ представления пучка сил для исследования продольной устойчивости. Суть которого состоит в том, что при изменении с устойчивого продольного «V» (стабилизатор поднят вверх) на неустойчивое (стабилизатор опущен вниз) положение вектора максимальной подъемной силы не меняется, а пучки векторов меньших подъемных сил из формы «широкого шалаша» выстраиваются на линию вектора максимальной подъемной силы (рис.1), затем превращаются в «букет цветов», которые смотрят в разные стороны и находятся позади вектора максимальной подъемной силы. Уменьшение угла продольного «V», которое происходит в полете, например, взятием штурвала «на себя», превращает «широкий шалаш» в «узкий», но не «в букет цветов», иначе аэроплан потеряет статическую устойчивость по углу атаки. Если обратимся к графику коэффициента момента, то он будет перемещаться параллельно в сторону уменьшения балансировочного угла атаки, но наклон останется прежним. Если центр тяжести не менять, то скорость самолета увеличится, восстанавливающая сила станет больше. Но если балансировать самолет на том же угле атаки смещением назад центра тяжести, устойчивость уменьшится.

Авторами доклада дается классификация и рассмотрены преимущества и недостатки нетрадиционных форм крыла с точки зрения аэродинамических характеристик и методик определения этих характеристик.

Библиографический список

1. Борейко Д. Основы авиации. – Петроград: Воен. авиац. школа, 1917. – 419 с.
2. Горощенко Б.Т., Дьяченко А.А., Фадеев Н.М. Эскизное проектирование самолета. – М.: Машиностроение, 1970 г., 332 с.
3. Фербер Ф.Авиация, ее начало и развитие. С холма на холм. Из города в город. С материка на материк - Киев, 1910. – 275 с.
4. Катырев И.Я., Неймарк М.С., Шейнин В.М., Ред. Новожилов Г.В. Проектирование самолетов . – М: Машиностроение, 1991. – 672 с.
5. L’Aeronaut №1 за 1872 г.