

# **Влияние винглетов на аэродинамические характеристики самолета, их конфигурации и варианты изготовления**

## **The Effect of Wingtips on Aircraft Aerodynamic Performance: An Overview of Advantages and Disadvantages**

### **Аннотация**

В статье показаны основные функции винглетов, их принцип работы. Также рассматриваются проблемы, возникающие при установке винглетов. Описаны различные варианты конструкций

### **Ключевые слова**

Летательный аппарат, крыло, конфигурации, изобретения

### **Введение.**

В современном мире авиация играет ключевую роль в жизни общества, обеспечивая быстрые и удобные перевозки пассажиров и грузов. Однако эффективность полета зависит от многих факторов, в том числе от аэродинамических характеристик самолета. Одним из важных элементов, влияющих на аэродинамику, являются законцовки крыла, известные также как винглеты.

В данной работе мы рассмотрим понятие законцовок крыла, их функции, преимущества и недостатки. Мы узнаем, как они влияют на распределение подъемной силы, снижают индуктивное сопротивление и повышают эффективность полета. Также мы рассмотрим различные варианты конструкции винглетов и их влияние на аэродинамические характеристики самолета.

**Цель:** изучить принцип работы законцовок крыла (винглетов) и их влияние на аэродинамические характеристики самолета. Определить

преимущества и недостатки использования винглетов. Выявить наиболее подходящий вариант

### **Материалы и методы.**

Методология исследования эффекта взаимодействия воздушных потоков от крыла к крылышку.

1. Исследования показали, что кривизна крыла в области максимальной нагрузки должна быть минимальной.

2. Кривизна перехода от крыла к крылышку должна быть минимальной.

3. Эффективным способом снизить сопротивление является использование вертикальные крылышки с почти прямым переходом к основному крылу.

Эти методы позволяют уменьшить сопротивление, создаваемое на концах крыльев.

### **Объект исследования:**

- Законцовки крыла с дополнительной стреловидной поверхностью
- Винглеты с кривизной локального V-угла от области перехода к крылу до максимального уровня поблизости от соединения крылышка с областью перехода в забортном направлении.

### **Литературный обзор**

Законцовки крыльев предназначены для снижения индуктивного сопротивления и снижения расхода топлива. Проектирование конфигураций законцовки крыла имеет важное значение для развития современных пассажирских и транспортных самолетов, которые летают на околозвуковых скоростях (от 0.65 до 0.95 Маха).

Изобретатели Горбунов А.А. и Припадчев А.Д. предлагают законцовку крыла, которая включает в себя дополнительную стреловидную поверхность, установленную на конце шайбы. Эта поверхность имеет острую переднюю

кромку и угол стреловидности 60-85 градусов. Отличительной особенностью изобретения является наличие нижней вертикальной поверхности, сопряженной с концевой шайбой.

В своем описании к патенту Тойрих Франк , Химиш Ян предложили изобретение, где кривизна локального V-угла в области перехода возрастает от низкого уровня или нулевого уровня поблизости от области перехода к крылу до максимального уровня поблизости от соединения крылышка с областью перехода в забортном направлении.

#### **Методы исследования:**

- Аналитический обзор литературы
- Экспериментальные исследования
- Анализ данных полетов

#### **Обсуждения.**

Вопрос снижения сопротивления и расхода топлива содержит важные аспекты установки винглетов, снижая потери энергии и сопротивление, что повышает эффективность полета. В свою же очередь винглеты имеют обратный эффект. Для их установки требуется усиления конструкции крыла, что приводит к его утяжелению

#### **Результаты**

В связи с изложенным, недостатки установки винглетов требуют дополнительных исследований и оптимизации конструкции винглетов, чтобы минимизировать их негативное влияние на летные характеристики самолета. Кроме этого, индуктивное сопротивление зависит от размаха крыла и распределения подъемной силы. По причине конструктивных особенностей увеличение размах крыла невозможно до бесконечности. Самый эффективный способ снизить сопротивление - использовать вертикальные крылышки с почти прямым переходом к основному крылу, однако в месте перехода, из-за взаимодействия воздушных потоков легко возникают

нежелательные ударные волны. Поэтому необходимо найти баланс между эффективностью крылышек и минимизацией образования ударных волн в области перехода.

### **Заключение**

Таким образом, винглеты, или законцовки крыла, в авиации максимально эффективно управляют потоком воздуха, оптимизируя его обтекание по всей длине крыла. Благодаря этому увеличивается эффективный размах крыла, что снижает сопротивление, вызванное вихрями на концах крыла. В результате увеличивается подъемная сила, а самолет может лететь с большей эффективностью. Все это приводит к улучшению топливной экономичности самолета или увеличению дальности полета.

### **Список литературы**

1. Bökemeyer, M., & Kitzmann, T. (2014). "The Influence of Winglets on the Drag of Transport Aircraft." *Aerospace Science and Technology*, 38.
2. Gorham, C. A., & Weinbaum, G. (2013). "Drag Reduction for Transport Aircraft." *Journal of Aircraft*.
3. Heinrich, J., & Kutz, D. (2012). "Novel Winglet Design Concepts for Improved Aerodynamic Efficiency." *AIAA Journal*.
4. Katz, J., & Plotkin, A. (2001). "Low-Speed Aerodynamics." Cambridge University Press. (Глава о винглетах и их влиянии на характеристики крыла).
5. McLoughlin, T. (2015). "Wingtip Devices: A Review of Their Effectiveness and Design Choices." *The Aeronautical Journal*, 119(1221).
6. Rais-Rohani, M., & Knipe, R. (2006). "A Summary of Recent Results on the Effect of Winglets on Aerodynamic Performance." *Journal of the American Helicopter Society*, 51(2).